ENDEAVOUR

Revista trimestral designada a registrar el progreso
de las ciencias al servicio de la humanidad

VOLUMEN III OCTUBRE 1944 NUMERO 12

El significado de la ciencia

Este siglo en que vivimos ha presenciado un adelanto sin par en la historia del mundo, en el dominio del hombre sobre el universo material. Tan notable es este progreso, que un eminente sociólogo se permite afirmar que los adelantos de los últimos cuarenta años igualan, y quizá sobrepasan, los acontecidos desde los comienzos de la civilización humana hasta el año 1900. Las naciones del mundo tienen hoy a su disposición un poderío nunca antes alcanzado sobre las substancias y las fuerzas naturales, un poderío que llega a sus manos debido a la expansión de conocimientos científicos que pueden ser usados tanto para el bien como para el mal. Dejemos por ahora la cuestión de si ha alcanzado ya el hombre una etapa de evolución moral tal, que sea posible confiarle todos estos beneficios con la certeza de que los empleará para fines predominantemente benéficos.

Al mismo tiempo que se han ido verificando estos adelantos en la ciencia aplicada, se ha llevado a cabo también una reformulación de teorías fundamentales. Este hecho ha cambiado nuestros conceptos acerca de ese mundo-modelo que a veces se toma, con gran sencillez, como la expresión de la realidad final de las cosas, cambiándolos de una manera que solamente puede ser descrita como revolucionaria. Ha fomentado también la tendencia a preguntar « ¿Qué se quiere decir al usar el término: ciencia? » y « ¿Cuáles son los objetos y el alcance de una teoría científica? »

Nuestros antecesores victorianos daban una sencilla respuesta a la primera de estas preguntas. La ciencia para ellos no era más que: « sentido común organizado »; y puesto que sus tan acertadas teorías físicas eran una extrapolación de nociones mecánicas de grande escala, para abarcar fenómenos atómicos, la respuesta puede ser considerada como adecuada para aquel entonces. Pero en estos días con la « mecánica de los cuantos » y « manchas de probabilidad » no es posible una respuesta tan sencilla. ¿Cuáles son entonces los fines y objectivos del hombre de ciencia en busca de la verdad — o de lo que él tiene por verdad? La respuesta a esta segunda pregunta quizá incluya la respuesta a la primera.

Existimos en una densa selva de impresiones de los sentidos. Las estrellas giran majestuosamente en torno al polo; los planetas se mueven con aparente irregularidad entre las estrellas llamadas fijas. Las mareas menguan y refluyen; el barómetro sube y baja; los chaparrones de Abril calan hasta la raíz de la sequía de Marzo; los cardos no dan higos; un ciudadano respectable sufre una lesión cerebral y se vuelve un criminal irresponsable; éstos no son más que unos cuantos casos diversos de los millares de realidades con que topamos durante la vida, y que requieren una explicación coherente. El objeto de la ciencia es dar esa explicación; aunque, dicho sea, mientras que nuestros antecesores solían tratar de contestar a la pregunta de « ¿Porqué? », el hombre de ciencia de nuestros días se contenta si puede explicar el « ¿Cómo? » del fenómeno particular en que pone su interés.

Newton, a la verdad, muestra en sí la raíz de este asunto. Su famoso « Hypothesis non fingo » debe leerse en su contexto si se ha de hallar su verdadero significado: « Pero hasta ahora no he podido descubrir la causa de esas propiedades de gravedad, y no planteo ninguna hipótesis; porque sea lo que fuere, lo que no se deduce de los fenómenos se llamará una hipótesis; y las hipótesis, ya sean físicas o metafísicas, ya de cualidades ocultas o mecánicas, no tienen lugar en la filosofía experimental. En esta filosofía se infieren proposiciones particulares de los fenómenos, vueltas generales luego por inducción ».

Restringiéndonos a la consideración de las ciencias físicas, pasemos revista un momento, a las implicaciones de una teoría científica. La

gran estructura de la física del siglo XIX fué basada sobre la mecánica Newtoniana, que daba definiciones claras y precisas de tales conceptos como: masa, fuerza, impulso, energía, y otros parecidos. Las leyes de la dinámica basadas sobre estos conceptos bastaban para describir con una precisión increíble una serie extraordinariamente vasta de fenómenos, desde los movimientos de los planetas, hasta la manera de portarse las bolas de marfil en la mesa de billar.

El sistema fué extendiéndose a un mundo conceptual submicroscópico de átomos, y sirvió para describir ciertos fenómenos en grande escala, y para predecir otros, siempre con la misma precisión, que puede ser calificada de maravillosa. La presión de un gas, por ej., fué interpretada y calculada en términos de los movimientos de sus constituyentes moleculares; y, mientras que la observación ordinaria muestra que la viscosidad de un líquido decrece rápidamente con un alza de la temperatura, la teoría cinética del átomo de la bola de billar predecía un aumento de viscosidad en un gas a medida que sube la temperatura — una predicción confirmada más tarde con experimentos. Semejantes casos podrían multiplicarse casi indefinidamente, y no es de extrañar que la generalidad de los hombres de ciencia del siglo XIX — y a la verdad, muchos de los más distinguidos, estaban convencidos de que sus átomos eran tan tangibles como las mesas y los mecheros Bunsen de sus laboratorios.

Lo mismo con el éter del espacio. Decía Lord Kelvin, con característico vigor: « Esta cosa que llamamos el éter luminífero . . . es la única substancia en que confiamos en la Dinámica. De una cosa estamos seguros, y es de la realidad y de la substancialidad del éter luminífero ». ¡Pero, ay, de tal optimismo! Hoy no estamos tan convencidos de la realidad y de la substancialidad del éter luminífero como lo estaba Kelvin. Aún nuestro concepto del átomo se ha ido complicando de tal manera que es casi desconocido, y no tiene semejanza alguna con el átomo perfectamente elástico y esférico de la epoca Newtoniana.

La verdad es que una teoría científica se ocupa de fenómenos más bien que de cualquier « realidad » que pudiera suponerse detrás de ellos; su objeto, como dice Kirchhoff, es el de describir, de la manera más sencilla que sea posible, lo que acontece en el mundo físico que nos rodea. Si podemos, por medio de una teoría científica, correlacionar hechos ya conocidos y predecir otros nuevos, la teoría habrá hecho para nosotros todo lo que es capaz de hacer y todo lo que se espera de una teoría. Las teorías científicas no tienen permanencia. Cambian con cada generación, y con los crecientes conocimientos de verdades perceptibles; pero, — y es un « pero » que la mentalidad laica deja de apreciar con demasiada frecuencia, — cada teoría nueva incluye la que depone, en el sentido de que no es más que una descripción más prolija del mismo fenómeno, o una generalización más ámplia que abarca mayor número de fenómenos.

A la ciencia, por tanto, le conciernen los fenómenos, es decir, las apariencias. Y, obrando sobre este principio, ha efectuado la conquista de gran parte del mundo material que está a su alcance, y parece estar en vías de conquistar mucho más aún. Si la continuación del mismo principio ha de conducirnos quizá a conocimientos acerca de la « realidad », es un problema cuya solución no podemos vislumbrar ni aún remotamente. Más de una vez Sir James Jeans afirmó con énfasis que la ciencia, en su actual estado de desarrollo, a pesar de todos sus maravillosos éxitos, podía ser comparada a la primera percepción nebulosa del niñito que empieza a darse cuenta de lo que le rodea.

Si se ha de tratar de la « ealidad », habrá quer tratar de ella como de un problema filosófico; y el científico, como científico, no se verá en la necesidad de aventurarse en tales regiones. Para él, una teoría es según las hábiles palabras de Sir J. J. Thomson: más bien una herramienta, y no un credo. Esto debe ser motivo de satisfacción, pues cuando mira en torno suyo el hombre de ciencia, al monumento que ha erigido, es posible perdonarle si al recordar otras muchas ideas y pensamientos especulativos, murmura:

« Solía cuando joven frecuentar las lecciones
De Doctor y de Santo, y escuchar sus razones
Sobre esto y sobre aquello; mas siempre al fin hallé
Que había de salir allí por donde entré ».

Los trabajos y la correspondencia deberán ser enviados al director: E. J. Holmyard, c/o Imperial Chemical Industries, Nobel House, Buckingham Gate, Londres, S.W.1. Se invita a los investigadores ocupados en trabajos de carácter interesante o importante a enviar notas breves sobre los trabajos en curso y los resultados obtenidos.

Los meteoritos y algunos de los problemas con ellos relacionados

LORD RAYLEIGH

Los antiguos nombres que los egipcios, asirios, samarios y hebreos daban al hierro, tienen todos el significado común de « metal del cielo », lo que prueba que los ejemplares primitivos de hierro eran de orígen meteórico y que, además, se tenía conocimiento de la caída de meteoritos. En este artículo, Lord Rayleigh describe los dos tipos principales de meteoritos, o sea aquellos compuestos de hierro y aquellos de composición pétrea, y dá una prueba experimental sobre el orígen del raro tipo intermedio de contenido pétreo y de hierro.

La historia de este tema es de las más instructivas desde el punto de vista de la filosofía de los descubrimientos. El movimiento científico del siglo XVII, el cual está tan íntimamente relacionado con la fundación de la Royal Society, de la Academia de Ciencias de París y de la Accademia del Cimento en Florencia, fué en parte dirigido a la investigación imparcial de supuestas maravillas para ver cual era el grado de verdad que contenían.

Las historias de la caída de piedras desde el firmamento fueron abiertamente consideradas como maravillosas, a pesar del hecho de que existían un gran número de tradiciones sobre su existencia, incluso algunas en la Biblia y otras en los autores clásicos. Un número apreciable de caídas de piedras debió de ocurrir durante la Edad Media, pero debido a la falta de facilidades para viajar, el poco interés por las cuestiones científicas y posiblemente también a la creencia general de que milagros más interesantes y más significativos que éste ocurrían con relativa frecuencia, los datos disponsibles no fueron ni recogidos ni tabulados. Mucho mayor interés era puesto en el supuesto hueso de un santo que no en una piedra que había realmente caído del firmamento. No fué sinó después de la desaparición de las condiciones medioevales que este estado de cosas empezó a cambiar. El ejemplar de meteorito más antiguo que se conserva y que fué visto caer, es el que existe en la iglesia parroquial de Ensisheim en Alsacia, el cual cayó en el año 1492.

Sin embargo, debió de pasar mucho tiempo antes que el mundo de ciencia se convenciera de ello; y esto fué debido sin duda a la tendencia escéptica que sirvió de base para el nacimiento del movimiento científico. La Academia de Ciencia Francesa recibió en 1772 un estudio sobre una piedra que se decía haber caído en Luce uno o dos años atrás. Lavoisier era miembro de la comisión de estudio. Esta dictaminó que tal piedra era una piedra ordinaria que había sido herida por el rayo. No fué hasta muchos años después que los más escépticos quedaron finalmente convencidos. Un número considerable de piedras se anunció que habían caído en L'Aigle, en Francia, el 26 de Abril de 1803, y la Academia envió el conocido físico Biot para que hiciera una investigación. Su estudio trajo consigo el finalizar la controversia, y él fué incluso acreditado con haber hecho el descubrimiento, por más que es más exacto decir que lo que hizo fué romper con la moda del escepticismo.

En el momento en que se admite que la caída de piedras ocurre de hecho, la pregunta natural se presenta así: ¿Cuál es su frecuencia real?. Este no es un problema sencillo de resolver. En la mayoría de los sitios no hay nadie que pueda observar las caídas cuando estas se producen, y es muy aventurado siquiera pensar en las probabilidades de que tales piedras sean recogidas posteriormente. El único método que parece dar una indicación razonablemente aceptable consiste en contar las caídas que ocurren sobre partes edificadas y hacer entonces el cálculo de la fracción de terreno total que estas construcciones ocupan. Por este medio se ha calculado que en los Estados Unidos ocurren unas 250 caídas por año. No es posible tener gran seguridad en esta cifra, pero probablemente está dentro del correcto orden de magnitud. En contadas ocasiones ha habido caídas de meteoritos de dimensiones considerables, los cuales han de haber llamado la atención de cualquier observador en un radio de centenares de kilómetros. En diferentes lugares de la tierra existen cráteres que se cree indican el lugar de tales caídas (figura 1). El Dr L. J. Spencer, anteriormente encargado de la sección

de Minerales del Museo Británico, ha dedicado una atención especial a esta materia y ha recogido toda la información asequible. Tal como puede preverse, las regiones desérticas son favorables para la conservación de los cráteres, debido a que en estas regiones el efecto erosivo del agua y el de la vegetación son negligibles. Si recordamos como las regiones devastadas de Bélgica y Francia, cubiertas con enormes cráteres de proyectiles durante los años 1914–18, recobraron su aspecto normal después de pocos años, no nos habrá de sorprender el hecho que los cráteres de los meteoritos puedan ser fácilmente reconocibles sólo en áreas donde escaseen el agua y la vegetación. El meteorito gigante de Siberia, de Junio del 1908, que cayó a unos 640 kilómetros al noreste del lago Baikal y que produjo una columna de fuego visible desde 480 kilómetros, es quizá el meteorito de mayor tamaño de que se tiene noticia; sin embargo, veinte años después se pudo notar como los cráteres ya se habían rellenado de tierra. En ningún caso se ha podido hallar un meteorito dentro de un cráter, en cambio en numerosas ocasiones se han podido hallar fragmentos a su alrededor. Por esta razón, el Dr Spencer sostiene el punto de vista de que el cráter no es el resultado del impacto directo sinó que es el producto de la explosión del vapor y otros gases resultantes después que la masa incandescente ha quedado enterrada.

Se ha dicho que los cráteres de la Luna son de orígen meteórico, y este punto de vista ha hallado apoyo por parte de personas de autoridad. Sin embargo hay una seria objeción contra esta idea, la cual no conocemos se haya puesto de relieve. R. W. Wood ha observado que la región cerca del cráter Aristarco aparece mucho más obscura cuando se la fotografía a través de un filtro transparente sólo a la luz ultravioleta (figura 2), y de ello ha llegado a la conclusión de que este aspecto puede explicarse suponiendo que las rocas estén cubiertas de una capa o depósito de azufre sublimado. Rocas tratadas artificialmente de esta misma manera muestran parecidos resultados. El azufre está, naturalmente, asociado con la actividad volcánica, y todo esto parece probar que, al menos este cráter particular, es de orígen volcánico y no meteórico.

Las pesadas bolas que se hallan en la costa del sur de Inglaterra, y que en su fractura aparecen con una estructura radial de apariencia metálica, son comunmente tenidas como meteoritos. De hecho no son nada de esto. Estas bolas están constituídas por marcasita, una variedad de sulfuro de hierro, y se presentan ocluídas en los escarpados calizos, donde tuvieron su orígen. Se van desprendiendo por la acción erosiva del tiempo, y en algunos lugares es frecuente hallarlas en la playa al pié de los acantilados.

De los verdaderos meteoritos hay dos clases, los ferrosos y los pétreos; por más que, como veremos enseguida, hay toda la gama de variaciones entre estos dos tipos extremos. Los meteoritos ferrosos son los más comunmente hallados en las colecciones de los museos, pero cabe pensar precisamente que en este respecto las colecciones de los museos no son en manera alguna representativas de la Naturaleza; ya que, entre las caídas estudiadas en el momento de ocurrir, los fragmentos pétreos son mucho más comunes que no los férreos. Si es que puede observarse la caída de un meteorito, entonces se procede a excavar sus fragmentos y a su examen sin ninguna idea preconcebida respecto a cual debe ser el aspecto de un meteorito, con lo que así ningún tipo especial tiene preferencia. Pero si un meteorito es identificado como tal por sus propias características, es natural que cualquier observador, ya sea especializado o no, note más fácilmente una masa de hierro como algo fuera de lo corriente, que no que llegue a igual conclusión respecto a un pedazo de piedra. Esta última puede que sea no muy difícil de distinguir de las demás piedras de los alrededores; pero estas últimas son, en general, de gran variedad, ya que han sido frecuentemente transportadas desde grandes distancias por agentes geológicos tales como la nieve o el agua. Por esto sería igualmente precipitado tratar de sacar como conclusión que todo tipo no corriente de piedra sea un meteorito. Por otra parte, si hallamos una masa férrea identificada a primera vista por su peso específico, su tacto frío, su comportamiento con la lima, y que no muestra apariencias de orígen artificial, no estaremos lejos de la realidad si lo clasificamos como un meteorito, puesto que una masa férrea de orígen terrestre y como tal hallada en la superficie de la tierra ocurre muy raramente. Hay ciertamente algunos casos en que masas de hierro nativo han sido halladas en la superficie terrestre y que no se juzgan procedentes de orígen meteórico. Los ejemplos más patentes son los aportados por el famoso explorador A. E. Nordenskiöld, que fué el primero en atravesar el Paso del Noreste; el lugar fué en Ovifak, en la isla de Disco, en Groenlandia, y el criterio actual es que estas masas son el producto de la reducción del sulfuro de hierro por el carbón derivado de los yacimientos carboníferos. Sin

embargo, la superficie de la tierra es, en general, demasiado húmeda para que el hierro en estado nativo pueda permanecer inalterado por mucho tiempo, y ésta es una de las razones por las que cabe pensar que, sea cual fuere el orígen de los meteoritos, no existe agua en su lugar de iniciación.

Hay varios ejemplos de hierro meteórico que fué usado por pueblos primitivos, los cuales desconocían el proceso de reducción del mineral. Las referencias que Homero hace respecto al hierro como una substancia preciosa y rara, son explicables por la razón que acabamos de indicar. El mineral de hierro es abundante y si su reducción hubiera sido conocida no hay razón alguna para que el hierro fuera de tan escaso uso. Por otra parte, el hierro meteórico es una substancia muy escasa, y aún hoy día cuando la superficie terrestre está casi completamente investigada, es pagado a un precio apreciable por los coleccionistas.

El hierro meteórico difiere del hierro terrestre en varios aspectos principales. Una de las propiedades más notables consiste en el hecho que los meteoritos consisten, en general, en un solo cristal incluso si el meteorito tiene un peso de varias toneladas. En este respecto el hierro meteórico es distinto de todas las muestras de hierro producidas por vía industrial, a pesar de que otros metales tales como el aluminio han sido producidos en monocristales de gran tamaño durante el curso de trabajos experimentales. Cuando hablamos de monocristales no hacemos referencia alguna al hecho de la presencia de las caras externas. La superficie externa de un meteorito es de hecho rugosa e irregular. A lo que nos referimos es al aspecto de una disposición ordenada y una regularidad prevalente sin ninguna discontinuidad notable a través de toda la masa.

Sería, sin embargo, erróneo suponer que no existen discontinuidades de menor importancia. Las muestras de hierro meteórico que se conservan en los museos, tienen en general una cara plana que ha sido trabajada, pulida y atacada por ácido de acuerdo con la técnica corriente en los trabajos metalográficos. El ataque por ácido revela una estructura notable, que es suficientemente aparente para poder ser observada sin aumento, el cual es necesario para los metales de orígen industrial. Este ataque por ácido proporciona mucha información sobre el carácter cristalino del ejemplar, y el carácter de las facetas se mantiene constante en orientación sobre toda la superficie, incluso en los meteoritos más grandes. Esta es la razón para poder decir que sólo un cristal está representado. En muchos casos la inclinación mútua de las bandas brillantes puestas de manifiesto por la acción del ácido indican una correspondencia con las trazas de los planos de las caras de cristales octaédricos. El hecho de que se hagan visibles indica precisamente que el material no es homogéneo, y de hecho estas bandas brillantes están constituídas por una aleación llamada taenita, la cual es mucho más rica en níquel que no el material de las bandas más anchas y más obscuras, llamado tamacita (figura 3).

El proceso según el cual esta estructura — llamada estructura de Widmanstätten — ha sido formada presenta problemas de gran interés. Si el compuesto níquel-hierro es calentado a unos 1.000° C y se le examina después, puede observarse como la estructura original ha desaparecido, y hasta ahora nadie ha sido capaz de reproducirla en ninguna escala parecida a la original. Para esto se necesitaría una emigración de átomos sobre unas distancias de uno a dos milímetros a través del metal, con un cierto reajustamiento cristalográfico, en los detalles del cual no nos proponemos entrar ahora, y todo esto debiendo ocurrir a una temperatura moderada. Tal proceso cabe imaginar que debe de ser extraordinariamente lento. Se ha intentado reproducir esta estructura por medio de un enfriamiento lento y ha dado por resultado la obtención de lo que se intentaba en una escala microscópica. No todos los metalurgistas están de acuerdo en considerar que esto sea exactamente la misma cosa con semejante desplazamiento de níquel. El autor no se cree con calificación suficiente para expresar aquí su opinión. Los laboratorios metalúrgicos están, en su mayoría, ocupados en trabajo comercial urgente y no se pueden permitir el dedicar mucha atención a materias de puro carácter científico; pero no hay duda que en esta materia hay interesantes problemas en espera de solución.

Los meteoritos pétreos presentan peculiaridades que no se hallan en los materiales terrestres, pero en su conjunto estas características no son muy notables. Tales meteoritos son, en general, de igual naturaleza que las rocas ultrabásicas terrestres, o sea, de aquellas rocas terrestres que contienen una proporción mínima de sílice y una proporción máxima de óxidos metálicos. Los meteoritos no muestran nunca ninguna composición parecida a la granítica, la cual contiene tanta sílice que parte de ella se segrega en forma de cuarzo. El cuarzo no se halla presente en los meteoritos. Los meteoritos se parecen más a las piedras terrestres llamadas peridotitas, las cuales

están formadas principalmente por olivina y que probablemente son más abundantes a grandes profundidades que no en la superficie de la tierra. Las piedras meteóricas ofrecen otras características que parecen indicar que son el producto de la agregación de fragmentos angulares, conteniendo unos cuerpos esféricos llamados cóndrulos cuya dimensión varía considerablemente desde unos milímetros hasta dos o tres centímetros; los de pequeño tamaño son los más frecuentes. Estos cóndrulos parecen ocluídos de una forma holgada y pueden ser cogidos tal como las pasas pueden serlo de dentro de un pastel. No se conoce nada parecido a los cóndrulos entre las rocas terrestres, y se ha creído que su forma más o menos esférica es debida a la acción de frotamiento, pero en cuanto a las circunstancias en que ésto ocurra no se tiene ninguna idea definida. Estos cóndrulos contienen a veces materia vítrea, lo que parece indicar que ha habido un enfriamiento rápido. Su composición química no difiere materialmente de la del meteorito en conjunto.

Por más que nos hayamos detenido en considerar los meteoritos férreos y pétreos como representativos, probablemente ningún meteorito está libre de hierro así como tampoco el hierro meteórico está completamente libre de inclusiones pétreas. El tipo intermedio de meteorito, en el cual las cantidades de hierro y de piedra están en proporciones semejantes, me ha parecido siempre especialmente interesante y sugestivo. No se le puede comparar con ningún material terrestre conocido, y si tratamos de imaginar como fué originado nos enfrentaremos con un problema lleno de dificultades. Estas dificultades pueden solucionarse hasta cierto punto, y vamos ahora a considerar este problema con alguna extensión.

Tal como hemos visto, los meteoritos pétreos son en su conjunto, y despreciando pequeñas discrepancias, rocas de naturaleza ígnea de composición ultrabásica. Los hierros meteóricos son compactos y consisten en la mayoría de los casos en un solo cristal. Además su estructura metalográfica es de un tipo que parece indicar un enfriamiento secular desde una alta temperatura. Esto nos lleva a la conclusión de que estos materiales se han hallado en estado de fusión y han sido enfriados muy lentamente. Esta es una de las razones que indican que los meteoritos que examinamos formaban parte, tiempo atrás, de un cuerpo de grandes dimensiones, por más que carecemos de toda evidencia respecto al proceso de su desprendimiento.

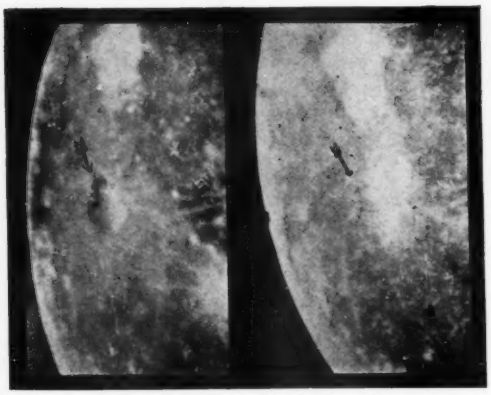
Volviendo a los meteoritos férreo-pétreos, los más conocidos y típicos de este grupo son los llamados pallasitas, así llamados en memoria del viajero, Pallas, del siglo XVIII, y cuyo nombre está asociado con un ejemplar típico. Estos consisten en olivina contenida dentro de una red o esponja de níquel-hierro. A veces los fragmentos de olivina son cristales con una simetría tan perfecta en el desarrollo de sus caras que parecen haberse desarrollado bajo condiciones ideales — tal como un cristal de alumbre puede ser producido en el laboratorio, pendiente de un hilo y rodeado del licor madre, con la sola diferencia que los cristales de olivina tienen sus caras algo redondeadas. Si pudiéramos suponer que el níquel-hierro en fusión pudiera disolver un material silíceo, tal como la olivina, de manera parecida a como el agua disuelve el alumbre, esto daría explicación a tal apariencia. Pero no es necesario decir que no podemos asumir nada de esto, y a mi me parecen existir dificultades insuperables para suponer que el níquel-hierro y la olivina se han separado de un líquido originalmente homogéneo.

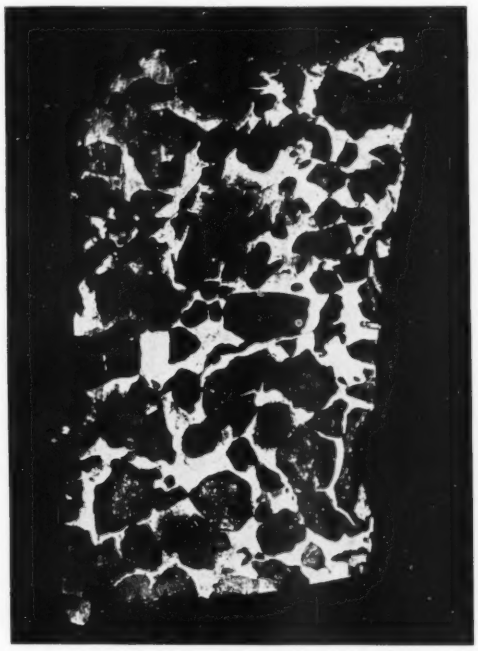
Además, la olivina en muchas otras pallasitas es de un aspecto muy distinto. En lugar de consistir en cristales individuales perfectos, aparece en fragmentos. Esto se observa en el meteorito de Imilac, del cual una parte considerable puede verse—o mejor, podía verse en tiempos más felices — en el Museo de Historia Natural (figura 4). En otras ocasiones la pallasita consiste en fragmentos redondeados, tal como en la pallasita de Brenham (figura 5). Algunos autores creen que estos fragmentos redondeados deben su forma a la tensión superficial del material fundido. Si gotas de aceite se mantienen en suspensión dentro de alcohol diluído de exactamente la misma densidad, adoptan una forma exactamente esférica debido al efecto de la tensión superficial, ya que esta forma hace que la superficie de separación sea de un área menor que la de cualquier otra forma. Por la misma razón una burbuja de jabón adopta la forma esférica. Por más que es verdad que la olivina no es de la misma densidad que el níquel-hierro, hay en todo caso que afrontar esta dificultad, puesto que sino, ¿cómo es que toda la olivina no flotó en la superficie? Ya volveremos a este punto dentro de poco. Entretanto hemos de decir que la idea de que la forma redondeada es debida a un estado de gotas puede objetarse, puesto que de acuerdo con ella la forma debería ser siempre redondeada, en tanto que de hecho es frecuentemente visiblemente angular (*véase* figura 4).

FIGURA 1 – *Cráter meteórico, Arizona.* 1.260 *metros de anchura,* 183 *metros de profundidad.*

FIGURA 2 (*abajo*) – *Fotografías comparativas de la Luna, región de Aristarco, por R. W. Wood. Izquierda: luz ultravioleta; derecha: luz amarilla. La mancha obscura es debida probablemente a azufre.*

FIGURA 3 (*derecha*) – *Pallasita de Imilac, de una muestra del autor. El metal aparece brillante y la olivina obscura.*





En resumen, encontramos que ciertas pallasitas contienen cristales de olivina más o menos redondeados, otras contienen fragmentos redondeados sin caras cristalinas aparentes, y otras, por último, tienen visibles líneas de fragmentación. Ninguna teoría que intente explicar la formación de la olivina *in situ* dentro de la masa de hierro puede satisfacer todos estos puntos; por esto y por otras razones yo me inclino a creer que ha sido de formación independiente y que después ha sido ocluída en el metal fundido. Procesos naturales de todos conocidos pueden servir para explicar cada uno de sus diferentes aspectos: los cristales de olivina como desprendidos de una roca por erosión, los fragmentos angulares por fracturación y los redondeados por desgaste. Originalmente yo creí que si el hierro se fundía, los cristales de olivina deberían fundirse igualmente y pasarían a formar una capa superficial, pero esto es un error. Las medidas cuidadosas de Bowen y Schairer prueban que el punto de fusión de la olivina está más cerca de el del platino que no del hierro. No hay ninguna razón que se oponga a que los fragmentos de olivina fueran arrastrados por níquel-hierro fundido circulando por encima y por debajo, con sólo asumir que la olivina no era libre para flotar. Esto podía haber sido impedido por el peso de los materiales que estaban encima.

Esta simple teoría de la formación de las pallasitas ha sido ensayada con experimentos — pero, naturalmente, sin hacer uso de hierro y

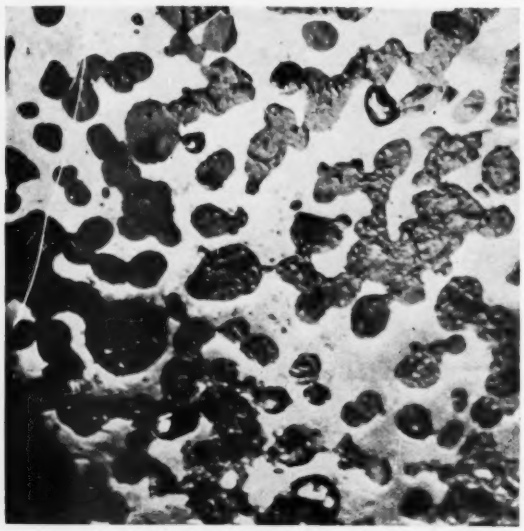


FIGURA 5 – *Pallasita de Brenham, según una muestra del Museo Británico.*

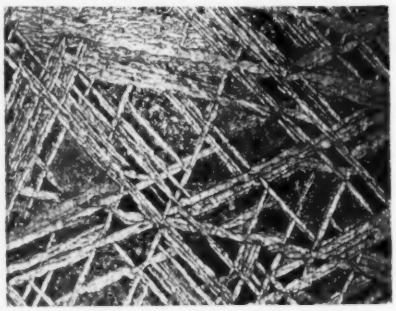


FIGURA 4 – *Estructura de Widmanstätten: hierro meteórico de la lluvia de Gibeon.* (*Según el Dr L. J. Spencer, F.R.S.*)

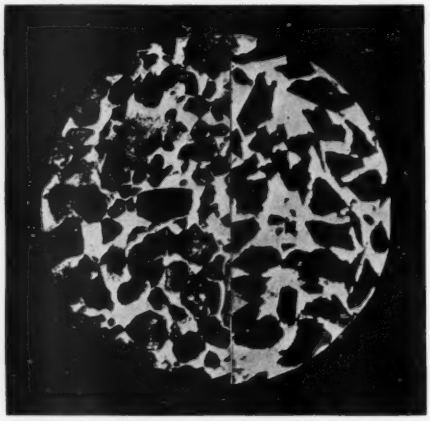


FIGURA 6 – (*Izquierda*): *meteorito de Imilac;* (*derecha*): *imitación sintética.*

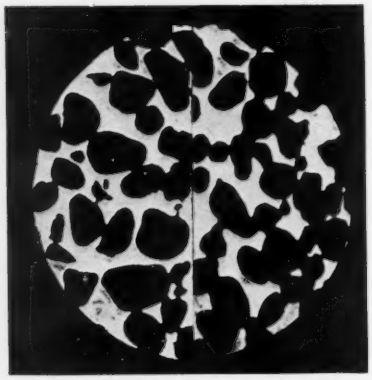


FIGURA 7 – *Mitad izquierda: pallasita de Springwater; mitad derecha: imitación sintética.*

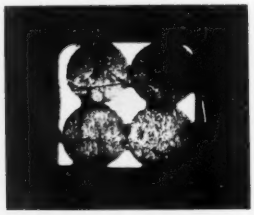


FIGURA 8 – *Vista en sección de esferas de esteatita inmersas en soldadura.*

olivina, ya que esto implicaba el poseer facilidades para la fusión del hierro y para cortar los productos resultantes, de las cuales no disponemos. Se recurrió, sin embargo, a usar materiales más manejables — la esteatita (jabón de sastre) para representar la olivina y la soldadura de plomero para representar el hierro. Los fragmentos de esteatita deben ser tallados de acuerdo con el tipo de pallasita que tratemos de imitar. Pueden machacarse o bien pueden reducirse a chinas por rotación prolongada de unas con las otras, o, si se quiere proceder más rápidamente, junto con objetos duros tales como tuercas hexagonales. Entonces se tamizan los fragmentos para librarlos del polvo y se colocan en un molde. La soldadura fundida se vierte en el molde, y, después de enfriada, la masa es cortada en rebanadas y así la estructura puede ser fácilmente estudiada. Así se ha hallado que representa muy fielmente la estructura de las pallasitas. La figura 6 representa un producto sintético así obtenido que se compara semejantemente con el meteorito de Imalac. La

figura 7 permite comparar un producto sintético obtenido con fragmentos redondeados con la pallasita de Springwater. El lector puede ver como se ha logrado una imitación artificial muy perfecta.

Los metales fundidos — por ejemplo el mercurio — no mojan las superficies de piedra, y por lo tanto el metal fundido no llegará a rellenar todo el espacio entre dos piedras hasta el punto de perfecto contacto. Esto puede verse en la figura 8, la cual representa una sección de cuatro esferas de esteatita puestas en contacto, con soldadura vertida a su alrededor. Los estrangulamientos que separan las esferas se caracterizan por la ausencia de metal. Lo mismo puede verse en las pallasitas que contienen olivina redondeada (figuras 5 y 7) como en la reproducción sintética, y esto parece confirmar el punto de vista que apoyamos respecto a su modo de formación.

En este artículo hemos podido tratar sólo ligeramente algunos de los aspectos de esta materia, la cual tiene muy amplias ramificaciones; en particular, los importantes aspectos de la edad de los meteoritos y de sus relaciones astronómicas, así como el problema del posible orígen meteórico del vidrio silíceo, no han sido atacados aquí. Esperamos que hemos despertado suficientemente el interés del lector para sentirse inclinado a estudiar por sí mismo los trabajos originales.

En resumen, un tópico de gran interés en relación con los meteoritos puede ser tratado ahora. En varias ocasiones en la memoria del autor han aparecido importantes desarrollos en el problema del vidrio silíceo. Estos empezaron con los trabajos de Sir C. V. Boys en el año 1887. Boys estaba interesado en la producción de fibras que pudieran aplicarse a la balanza de torsión — fibras que habían de poseer la propiedad de que el momento antagonista a la torsión fuera constante a través del tiempo y fuera siempre proporcional a la torsión aplicada. Los hilos de vidrio y de seda generalmente empleados en los laboratorios previamente a los estudios de Boys estaban lejos de cumplir con estas propiedades, y él concibió la idea de fundir varios minerales en el soplete de oxígeno y estirarlos finamente para ver si se obtenían fibras de cualidades mecánicas mejores que las de la seda o el vidrio. Como se sabe, el resultado fué la obtención de las fibras de cuarzo. Pero después que el camino fué así iniciado era natural que fuera proseguido. La sílice fundida para el estirado de fibras de cuarzo se observó que poseía notables cualidades en otro aspecto — esto es, que su reducida dilatación térmica la hacía mucho menos propensa a resquebrajarse bajo la acción de un calentamiento súbito o desigual que no las otras substancias vítreas en general. Una gran industria fué así desarrollada como consecuencia de este hecho, y grandes recipientes de arena o de cristal de roca fundidos son manufacturados comercialmente y son de gran importancia en las industrias químicas y eléctricas, como por ejemplo para las válvulas de radio. Pero aquí hemos de interesarnos más por la acción independiente de la Naturaleza que no por su aplicación industrial. Masas de sílice fundida han sido halladas en la superficie de arena del desierto de Libia, y hasta ahora no ha sido hallada explicación satisfactoria alguna para este hecho. Probablemente han permanecido allí por largos períodos — considerados largos juzgados desde el punto de vista histórico más que no desde el punto de vista geológico. En tiempos atrás, las regiones desprovistas de agua eran prácticamente inaccesibles, pero el automóvil ha cambiado todo esto y estas regiones han pasado a tener un acceso relativamente fácil, aparte de las dificultades impuestas por la guerra. El Dr L. J. Spencer ha puesto un especial interés en esta materia y ha visitado tales lugares. Le he de estar reconocido por haberme facilitado algunos ejemplares.

La pregunta apremiante, ahora, es: ¿Cómo fué que estos ejemplares de vidrio silíceo fueron depositados sobre las arenas del desierto? Hemos de confesar que ninguna respuesta satisfactoria ha sido dada hasta el presente. Nada hace suponer que los lugares donde se halla el vidrio silíceo ha sido teatro de violentas convulsiones de la Naturaleza. No hay signo de actividad ígnea alguna. Las masas de sílice, a veces transparente, a veces translúcida, reposan en la superficie del desierto y no hay vestigio de ninguna explicación para ello. El área del desierto sobre la que se hallan esparcidas es demasiado grande para poder pensar que están relacionadas con ninguna actividad humana; y las características mismas del material son tales que nos hacen estar ciertos de que ninguna explicación puede hallarse por tal camino.

Puesto que no hay ningún signo relacionado con la geología local que proporcione la más ligera indicación sobre como fué el vidrio silíceo a parar allí, y puesto que este material ha de considerarse como algo único y distinto de todo otro conocido sobre la superficie terrestre, algunos han creído que la manera más fácil de escapar de esta dificultad era sentar la hipótesis de que el vidrio silíceo había caído desde los espacios libres. En el presente estado de nuestros conocimientos,

esta hipótesis no puede probarse que sea falsa. La aparición del vidrio silíceo sobre la superficie del desierto es, ciertamente, difícil de explicar por ningún otro camino. Por otra parte, sus características mineralógicas y químicas son muy diferentes de los meteoritos conocidos. No podemos, pues, hacer más que constatar el hecho y reconocer que es difícil de encuadrar dentro del marco de nuestros conocimientos presentes y que no tenemos bases para más investigaciones.

Museos

En un informe reciente[1], publicado por la Asociación Británica para el Progreso de la Ciencia, estudia el Dr A. S. Wittlin la función de los museos en la vida social moderna. Se señala en dicho estudio que aunque las posibilidades del Museo como instrumento educativo son considerables, apenas se han puesto en ejercicio. Puede considerarse, de una manera general, que las funciones de los museos son: *a*) una función de investigación, o progreso del conocimiento; *b*) una función educativa, o difusión del conocimiento. En el primer caso, son los museos colecciones parte de ciertas instituciones de investigación, opinando el Dr Wittlin que los existentes cumplen satisfactoriamente su cometido, por lo general; pero los museos cuya finalidad es la difusión de conocimientos, como es el caso de la mayoría en Europa, pecan de indiscutible retraso en su desarrollo, comparados con otras instituciones de la sociedad moderna. Lo que quizás podría atribuirse al insuficiente contacto del Museo con la realidad.

Entre las limitaciones concretas que en un museo ordinario apunta el Dr Wittlin se hallan: la incoherencia de sus instalaciones (se encuentran a veces expuestos en una misma sala ejemplares pertenecientes a dieciseis áreas distintas, seis diferentes períodos históricos y más de veintidós materias diversas); la monotonía en la selección y presentación de los objetos y la excesiva acumulación de los mismos; la ausencia de un plan orgánico; la obscuridad de las notas explicativas. Son atribuibles gran número de tales inconvenientes al hecho de ser los museos públicos descendientes directos de las colecciones privadas de la época que va del siglo XVI al XVIII; pero hay además otros factores responsables de ello, como son el aislamiento y la ausencia de recursos.

En una nota adicional señala el Profesor Sir John Myers que, para su pleno desarrollo, todo museo requiere hallarse en contacto directo y activo con otras instituciones científicas y culturales de la localidad, con las Bibliotecas en especial, ya que tienen éstas idéntica doble función de repositorio y generalización del conocimiento. Interrelación tan estrecha sólo puede conseguirse por medio de representantes en las Juntas Directivas de los museos, suplementadas con préstamos y exposiciones, experimentos, cursos y conferencias, celebrados en los museos. El uso más activo de las colecciones, con otros procedimientos semejantes, han de poner en relieve, en las esferas donde corresponde remediarlas, las deficiencias existentes, sirviendo además para indicar a la atención pública las necesidades de los museos como instituciones sociales. Es también necesaria una mayor asistencia monetaria, ya que las subvenciones actuales son excesivamente bajas, debido en parte a que a menudo se ha considerado a los museos como almacenes de trastos viejos, y no como una ayuda para la instrucción.

La preparación adecuada de los Curadores de museos es requisito indispensable para el desarrollo future. No existe hasta el presente una medida de idoneidad profesional, y sugiere el Dr Wittlin que debieran las Universidades encargarse de llenar tal vacío, recomendando el establecimiento de un curso de ampliación de un año, en el que se incluyan materias tales como Historia de la civilización, de las artes e industrias, Pedagogía, Principios de Psicología, Organización de museos, Química y Administración. Podrían también prepararse cursos abreviados para los profesores y pedagogos que quisieran utilizar los museos como instrumento de instrucción.

Y cuando se disponga de un cuerpo de curadores podrá emprenderse sistematicamente la reorientación de la organización de los museos. Aún quedan multitud de problemas técnicos por resolver, pero tienen menor importancia que la formulación de un plan general de organización. Una de las necesidades fundamentales de la educación moderna es el reconocimiento por parte del ser humano de sus propias facultades y de los distintos aspectos de la sociedad humana; y es indudable que los museos pueden muy bien colaborar en la formación de dicho conocimiento.

[1] *Advanc. Sci.*, 1944, **3**, 9.

La Real Institución de la Gran Bretaña

THOMAS MARTIN

La Real Institución de la Gran Bretaña, fundada hace unos 150 años por Benjamin Thompson, Conde de Rumford, ha prestado utilísimos servicios a la causa de la Ciencia, continuando hoy día su floreciente existencia. Mr Thomas Martin, quien ha ocupado durante muchos años el cargo de Secretario General de la Institución, pasa rápida revista a su historia, relatándonos como ha llegado a convertirse en un centro de cooperación y de consulta internacional.

Era al finalizar el siglo XVIII la casa de Sir Joseph Banks, gotoso y autocrático presidente de la Royal Society, situada en Soho Square, uno de los centros intelectuales de Londres; y como no había empresa científica que pudiera prosperar sin el apoyo del viejo presidente, al hacer público el Conde de Rumford su propósito de establecer una nueva institución con el objeto de « facilitar el conocimiento y uso de aplicaciones mecánicas de utilidad » y de « popularizar la aplicación de la ciencia a las necesidades de la vida ordinaria », hubo de tener lugar, como es natural, la primera reunión, en la casa de Soho Square, bajo la presidencia de Banks. Allí quedó aprobada tal proposición, naciendo así, el 7 de Marzo de 1799, la Real Institución de la Gran Bretaña.

FIGURA 1 – *Michael Faraday.*

Era Benjamin Thompson, Conde de Rumford, un norteamericano que tras combatir durante la Guerra de la Independencia de los E.U. bajo las banderas británicas, se hallaba desde hacía poco de regreso en Londres, luego de una temporada de servicio en la alta oficialidad del Elector de Baviera. Había llevado a cabo durante su estancia en Munich los ya famosos experimentos sobre el calor engendrado por la fricción en el ánima de un cañón.

Se estableció el local de la Institución en Albemarle Street, y Rumford en persona tomó a su cargo dirigir todos los detalles de la instalación, dibujando él mismo los planos del famoso anfiteatro para conferencias; redactó también los Estatutos de la nueva institución, creando los Directivos vitalicios y las Juntas de técnicos e Inspectores; y designó por último a los profesores que habían de encargarse de la enseñanza, nombrando a Thomas Young, quien más tarde habría de formular la teoría de la naturaleza vibratoria de la luz, entre los primeros. Mas fué, sin embargo, el nombramiento de un joven sabio, oriundo de Cornualles y bien conocido ya por sus experimentos sobre la oxidación del nitrógeno, Humphry Davy, para el puesto de profesor de Química, lo que mayores beneficios aportó a la naciente institución.

El exito de Davy fué instantáneo. Dotado de natural facilidad de expresión, todo Londres acudía al local de la Institución para escucharle; los laboratorios recién instalados le ofrecían amplias oportunidades para sus investigaciones y experimentos, y muy pronto comenzó la brillante carrera de descubrimientos que le convertieron en el investigador químico más grande de su época. Entre los estudios que tanta fama dieron a su autor, y a la Institución donde los realizara, se hallan los famosísimos sobre la acción química de las corrientes eléctricas, los descubrimientos de neuvos elementos (el sodio y el potasio, en particular), la prueba de la naturaleza elemental del cloro, y la invención de la lámpara de seguridad de los mineros. Como tributo a toda esta gran labor fué armado Caballero del Reino, elegido Presidente de la Royal Society, y reconocido como la mayor luminaria de la ciencia inglesa.

Humphry Davy estableció la gran tradición en la investigación y exposición de temas científicos característica desde entonces de la Real Institución: pero realizó con ello un cambio fundamental

FIGURA 2 – *Benjamin Thompson, Count Rumford.*

FIGURA 3 – *Humphry Davy.*

en la idea que primeramente formulara Rumford. La escuela de mecánica, las exposiciones de estufas y otros utensilios modelos, las lecciones de arte culinario, todo ello quedó abandonado, siendo tales cambios reconocidos oficialmente mediante una ley de 1810 en la que se suprimieron además los Directivos vitalicios, substituídos ahora por una corporación de miembros de la Institución.

En 1813, Davy empleó como asistente de laboratorio a un joven, antiguo aprendiz de encuadernador e hijo de un herrero, que estaba destinado a sucederle, rivalizando con él y aun excediéndole en renombre científico, pues se trataba de nadie menos que de Michael Faraday, quien pronto consiguió ser nombrado Superintendente de la Institución.

Faraday mantuvo y extendió las tradiciones establecidas por Davy. Sin rival en su capacidad de conferenciante y experimentador, a él se debe la creación de dos características bien definidas en el funcionamiento de la Institución: los Discursos semanales que tienen lugar todos los viernes por la tarde, y las Conferencias juveniles para Navidad. La fama de sus estudios ha llegado a ser legendaria: dedicado primeramente a investigaciones químicas, fué el descubridor del benzeno, base de la industria de los colorantes; ocupóse luego en las aleaciones del acero, la fabricación de los cristales ópticos y la licuefacción del cloro. Interesándose más tarde en la electricidad, realizó una larga serie de investigaciones experimentales que forman la base de los actuales conocimientos de la física eléctrica, siendo el más importante de sus descubrimientos la inducción electromagnética, orígen de la dínamo y embrión de los procesos de generación y distribución de la fuerza eléctrica al servicio de la humanidad.

Y se han sucedido tras Faraday otros grandes nombres. Así el de John Tyndall, sucesor de Faraday como Catedrático residente. Así el de James Dewar, cuyas conferencias sobre el aire líquido aún permanecen vivas en nuestra memoria; Dewar fué el primero que consiguió la licuefacción del aire en un laboratorio, inventando también el termos o frasco de Dewar y dando orígen, al realizar experimentos con gases a bajísimas temperaturas, a la técnica moderna de la refrigeración. Así el de Lord Rayleigh, quien extrajo el argón de entre los gases que componen la atmósfera. Y así, en años más recientes, el de Sir William Bragg y sus colaboradores, quienes han desarrollado la nueva ciencia del análisis de las estructuras cristalinas por medio de los rayos X.

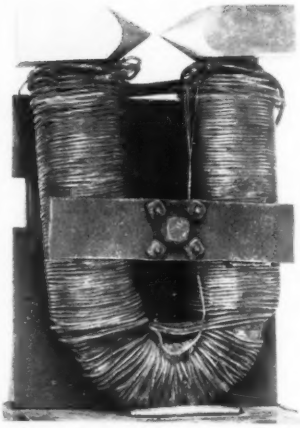
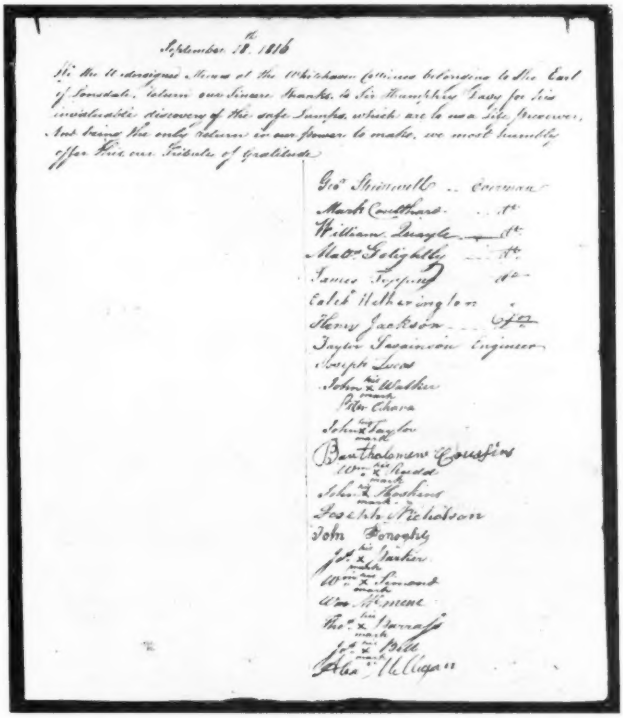


FIGURA 4 – *El gran electro-imán de Faraday.*



September 18th 1816

We the undersigned Miners at the Whitehaven Collieries intending to the Earl of Lonsdale, return our Sincere thanks to Sir Humphrey Davy for his invaluable discovery of the safe lamps, which are by us a Safe Preserver; And having the only return in our power to make, we most humbly offer this our Tribute of Gratitude

Geo. Shrimwell ... Coxman
Mark Coulthard ... do.
William Savagle ... do.
Matt. Golightly ... do.
James Tippins ... do.
Caleb Wetherington
Henry Jackson ... do.
Taylor Jackson Engineer
Joseph Lucas
John his x mark Walker
Peter Chava
John his x mark Taylor
Bartholomew Cousins
Wm. his x mark Reed
John his x mark Hopkins
Joseph Nicholson
John Donaghy
Jos. his x mark Parkin
Wm. his x mark Simmond
Wm. Mennene
Thos. his x mark Parnaby
Jos. his x mark Bell
Geo. Allison

FIGURA 5 – *Carta de los mineros de Whitehaven agradeciendo a Davy la invención de la lámpara de seguridad.*

FIGURA 6 – *Máquina eléctrica construida por Nairne y utilizada en la Royal Institution.*

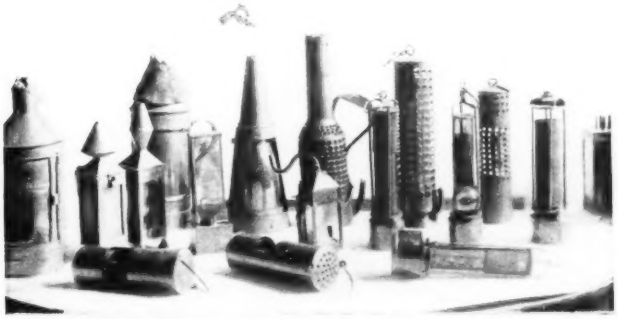


FIGURA 7 – *Lámparas experimentales usadas por Davy en la construcción de su lámpara de seguridad.*

FIGURA 8 – *Aparatos de capacidad de inducción específica de Faraday.*

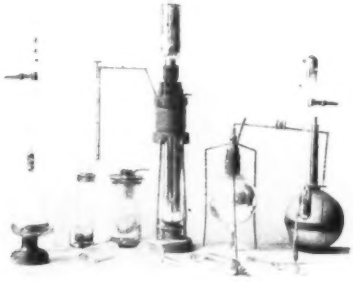


FIGURA 9 – *Recipientes neumáticos de Dewar.*

Mercer y mercerización

A. W. BALDWIN

Acontece con la Mercerización, como con la silueta, que la popularidad misma del nombre nos hace olvidar su procedencia. Con todo, John Mercer fué tan real como Etienne de Silhouette; nacido en el Condado de Lancashire, apasionado por la Química y merecedor del título de « Padre de la Química Textil », estableció las bases de la fabricación del algodón de gran lustre, o « mercerizado », así como también facilitó la invención del rayón viscoso y de un procedimiento especial para la manufactura del rayón al cupramonio.

Un siglo atrás, en un pueblo de Lancashire, Inglaterra, John Mercer, un estampador de calicó, trató algodón con sosa cáustica y observó que sus propiedades habían experimentado un profundo cambio. Esto fué el primer paso dado en un procedimiento para la transformación del algodón, un procedimiento que estaba destinado a ser conocido en todas partes del mundo bajo la denominación de mercerización, y quizás esta observación fué la más importante hecha durante una vida dedicada a trabajos precursores de investigación en materia de química textil.

John Mercer nació en Dean en el año 1791. Sus antepasados habían vivido en Dean, en la parroquia de Great Harwood, cerca de Blackburn, por espacio de varias generaciones. En 1800, el fallecimiento prematuro de su padre dejó a su esposa y a sus tres hijos en estado de casi completo desamparo; y uno de ellos, John, a la tierna edad de 9 años principió a trabajar como arrollador de bobinas. Durante esta época entró en contacto por primera vez con el establecimiento industrial Oakenshaw Print Works, el cual iba a estar relacionado con la mayor parte de los descubrimientos realizados por Mercer durante su vida. Un empleado de esta casa de estampadores de calicó, un diseñador de modelos llamado Blenkinsop, se tomó la molestia de ocupar sus horas de ocio enseñando a un niño, aparentemente muy listo, los rudimentos de lectura, escritura y aritmética. Esta fué la única enseñanza o instrucción recibida por un joven que finalmente estaba destinado a ser nombrado Miembro de la Royal Society, un escritor de memorias sometidas a la British Association, y un asociado de las figuras salientes en filosofía científica de la era de la Reina Victoria de Inglaterra.

La primera vez que Mercer se vió relacionado con el arte de teñir fué en el año 1807, cuando a la edad de 16 años visitó a su madre, quien se había casado de nuevo. Se sintió tan fascinado por el color brillante naranja de un vestido llevado por una hermanastra, que se formó el propósito decidido de aprender el oficio del tintorero. Siguió el único proceder disponible a una persona en su situación. Buscó y descubrió al droguero de Blackburn que abastecía a los tintoreros locales y adquirió pequeñas muestras de todo lo necesario para trabajos de tintorería — brasilete, palo de compeche, quercitrón, alumbre, caparrosa, etc. — invirtiendo en su compra la suma total de dos chelines y medio. Se llevó los materiales adquiridos a casa y principió sus experimentos.

Sus experimentos alcanzaron tan gran éxito que, con un amigo como socio, se estableció como tintorero en pequeña escala y en el transcurso de menos de un año se estaba ya creando una reputación local. De todas maneras, Mr. Fort, de la casa Oakenshaw Print Works, pronto logró persuadirle de que abandonara su empresa y pasara su aprendizaje en la casa establecida de más antiguo. La oportunidad que se le presentaba de aumentar sus conocimientos de manera más rápida, además de poder contar con consejos profesionales, era demasiado buena para ser descuidada, pero, desgraciadamente, su nuevo empleo no resultó tan satisfactorio como él esperaba. En aquella época la casa Oakenshaw Print Works entró en un período lleno de dificultades, ocasionadas por los Decretos de Berlín[1], y cuando se ofreció a libertar a los aprendices de sus obligaciones, Mercer, quien constantemente se sentía frustrado por un encargado de sección que francamente estaba dominado por la impresión de que el joven tintorero era un advenedizo y un entremetido, aprovechó la ocasión para abandonar su empleo. Para ganarse la vida empezó a trabajar como tejedor manual, un arte que había aprendido cuando era niño.

[1]Los Decretos de Berlín eran edictos napoleónicos que ordenaban, entre otras cosas, la confiscación de todas las mercancías británicas en el Continente de Europa.

FIGURA I – JOHN MERCER, F.R.S.
1791–1866

Unos años después ocurrió lo que era inevitable en un hombre de su carácter, reanudando sus actividades como tintorero aficionado, constituyendo un preludio muy adecuado de una casualidad que iba a influir en toda su vida. Mientras estaba pasando el tiempo en una tienda de libros de lance en Blackburn, de hecho unos días antes de celebrar su boda, halló un ejemplar del libro *The Chemical Pocket Book* por James Parkinson, de Hoxton. Este libro le abrió las puertas que conducían a un mundo que, a su entender, era enteramente nuevo y fascinador, dándose inmediatamente cuenta que un tal mundo era de una importancia primordial para los tintoreros y estampadores. Tan pronto como principió a estudiar, o mejor dicho a devorar, esta obra, inició nuevos experimentos a base de lo leído, puesto que esto era típico del proceder invariable de Mercer. Los fenómenos registrados en un libro tenían que ser verificados en la mesa

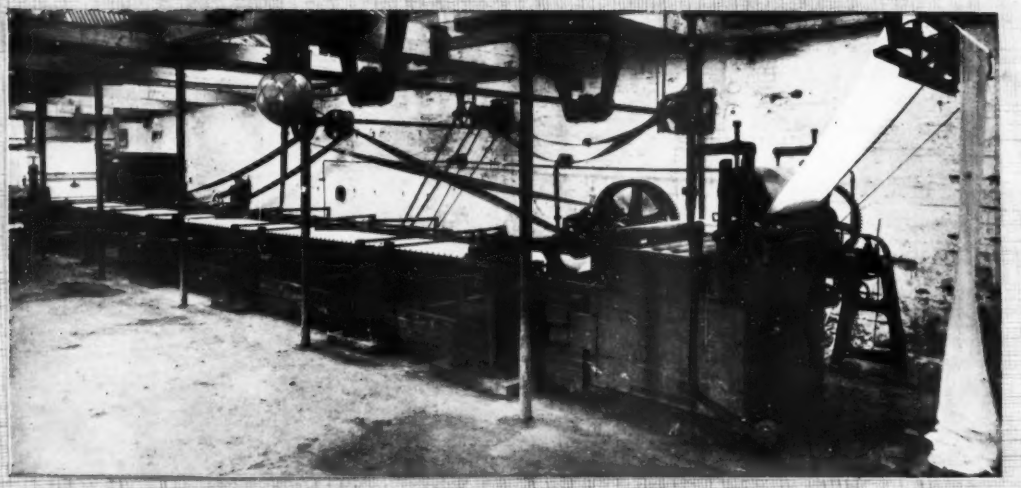


FIGURA 2 — *Una de las primeras máquinas completas para la mercerización del paño en pieza, instalada hacia 1898. Fotografía tomada desde el extremo de salida del paño.*

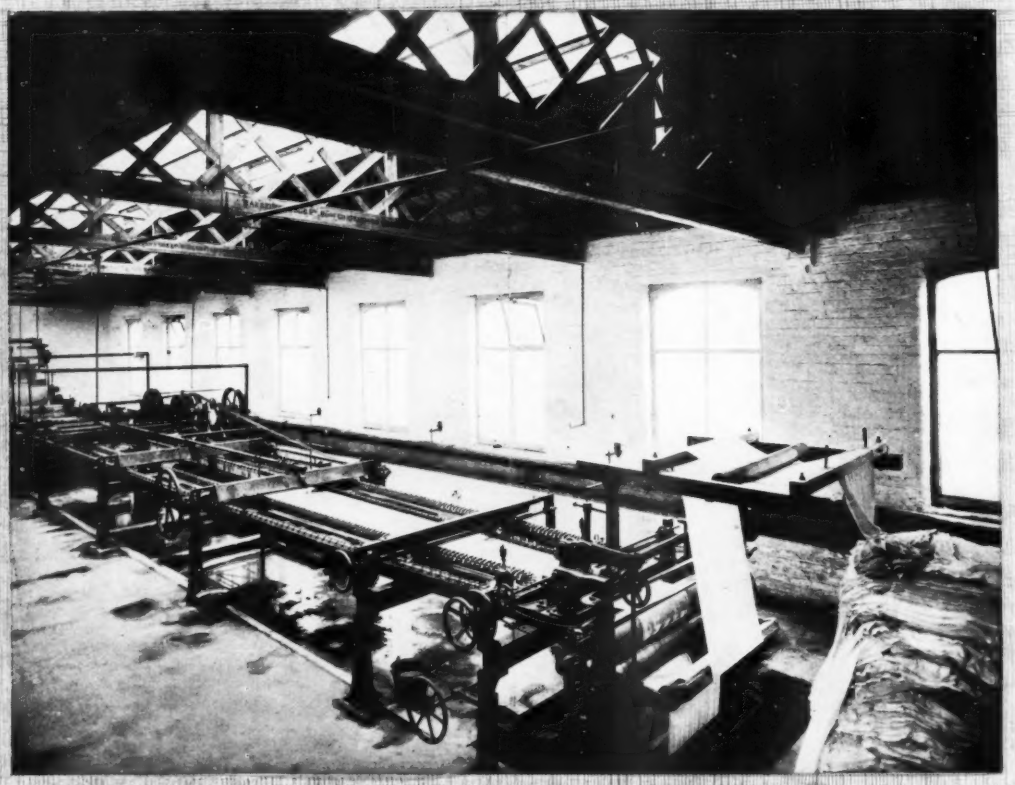


FIGURA 3 — *Otra máquina primitiva, instalada hacia 1900. Foto tomada desde el extremo de entrada.*

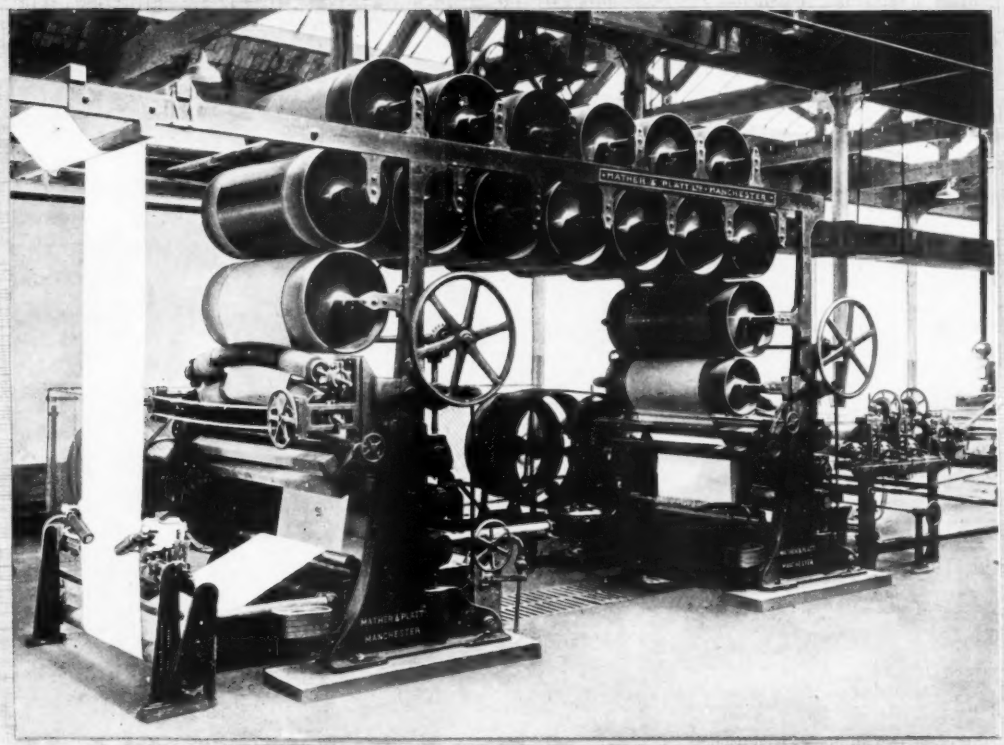


FIGURA 4 – *Una de las máquinas más modernas y avanzadas instaladas en Inglaterra. Obsérvense las dos calandrias o planchadoras de triple recipiente que con los rodillos de hierro sirven para impregnar el tejido con sosa cáustica antes de entrar al estirado.*

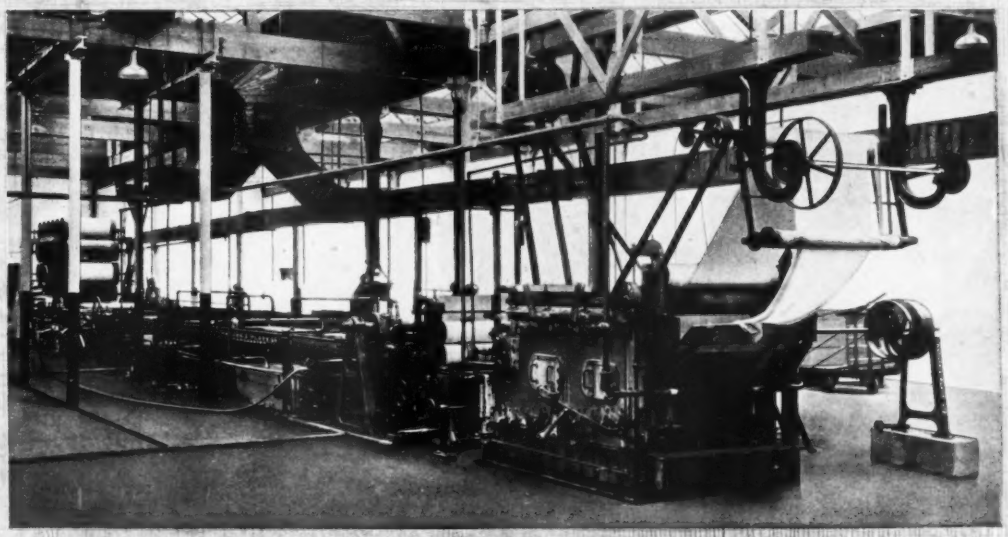


FIGURA 5 – *La misma máquina vista desde el extremo de salida del tejido.*

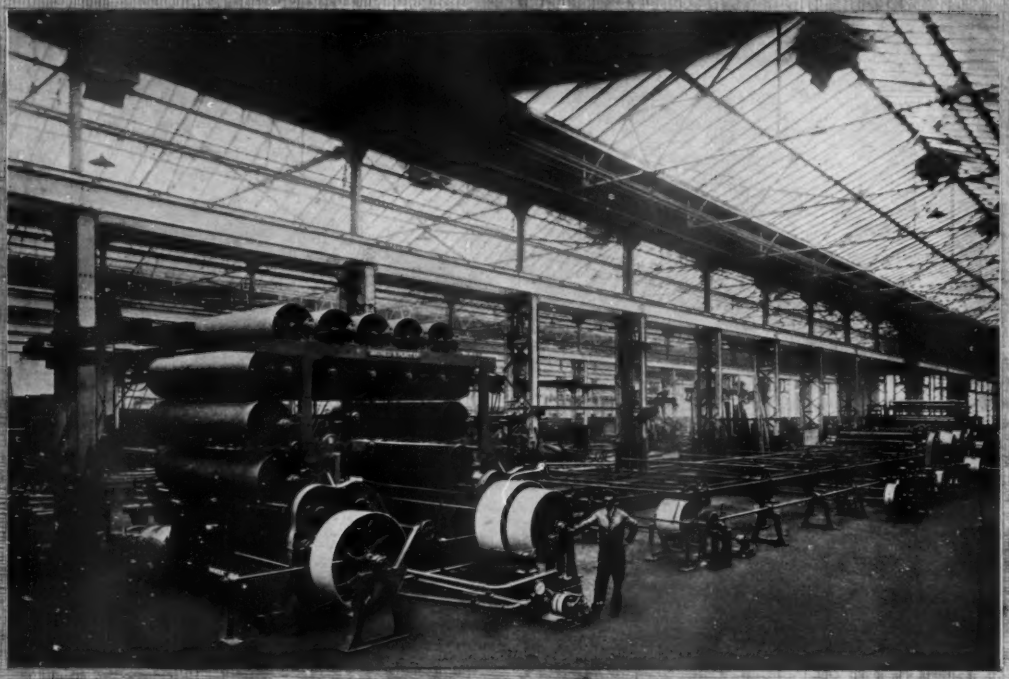


FIGURA 6 – *Esta máquina, probablemente la de mayor tamaño y poder de su clase en el mundo entero, se utiliza para la mercerización de tejido de 100 pulgadas de ancho.*

(Fotografías por cortesía de Mather y Platt Ltda.)

de trabajo; cualquier teoría que se presentara en su imaginación inmediatamente se transformaba en pruebas de laboratorio, valiéndose de cualquier medio que estuviera a su alcance. Sus estudios iniciales de Parkinson poco tardaron en producir fruto y antes de que transcurriera mucho tiempo estuvo en condiciones de desarrollar nuevos efectos de estampado con la aplicación de química inorgánica simple. Enterado de estos descubrimientos, Mr. Fort invitó a Mercer a que trabajara en el establecimiento, Oakenshaw Print Works, pero en esta ocasión en calidad de químico — con un sueldo de treinta chelines por semana!

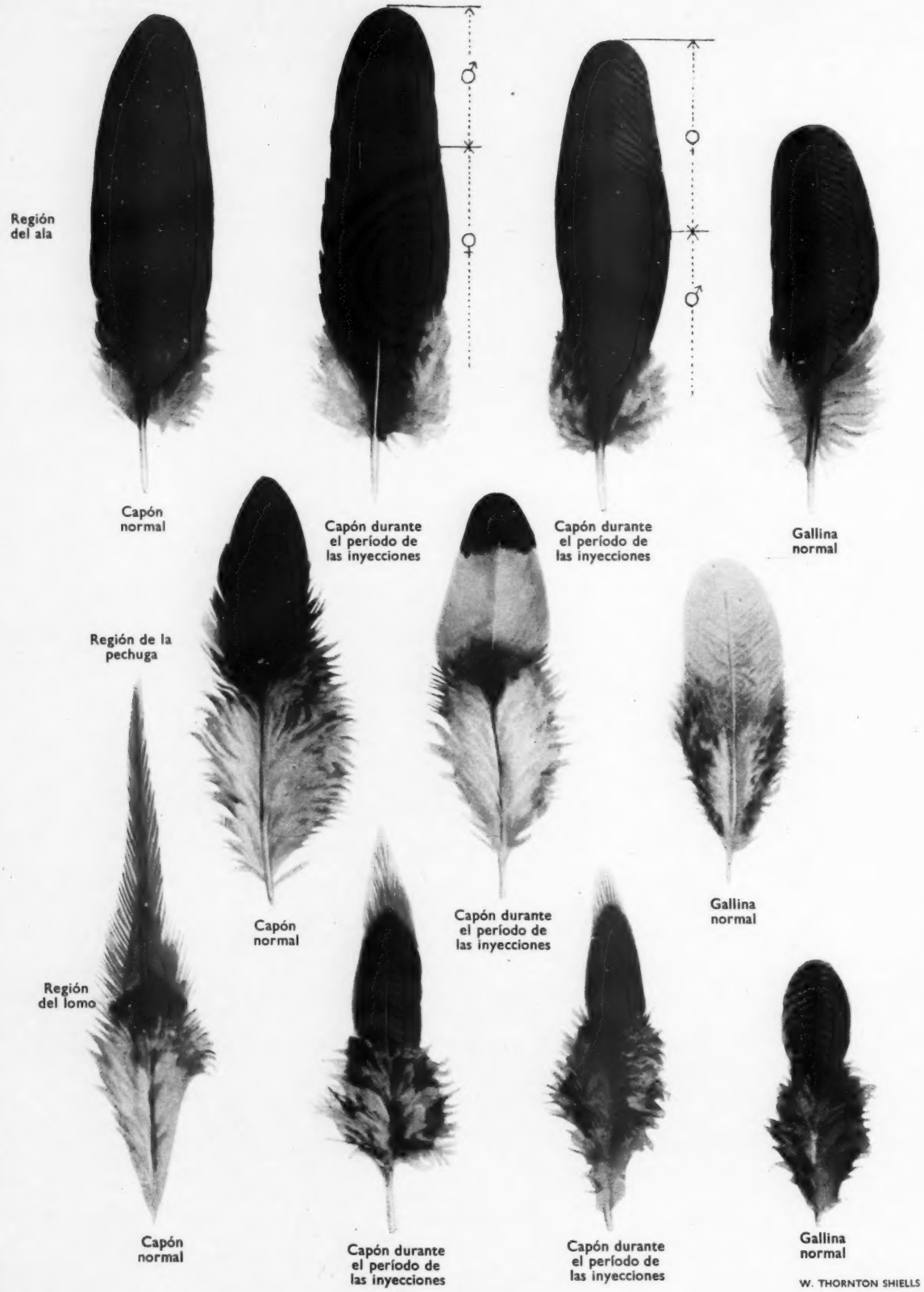
Este nuevo empleo en la misma empresa fué aceptado sin la menor recriminación del mal tratamiento recibido en el pasado y, de hecho, constituyó el principio propiamente dicho de la carrera de Mercer. Aprovechándose con interés poco vulgar de las facilidades más adecuadas que le ofrecía el laboratorio puesto a su disposición,

inició las investigaciones que estaban destinadas a dejar una profunda impresión en las industrias de tintorería, estampados y de acabados textiles. En el espacio de siete años estableció firmemente la prosperidad del establecimiento que le daba empleo y a la terminación de este período de tiempo su obra fué premiada al ser nombrado socio de la empresa.

En realidad, Mercer estaba entrando en su época de resultados más provechosos y sus actividades no fueron limitadas, ni mucho menos, al establecimiento de uniformidad en los procedimientos de teñir. Aparte del hecho de que era de una inteligencia metódica y ordenada, estaba además dotado de muy grandes poderes de imaginación y fué un inventor muy prolífico. Sin embargo, en este punto es necesario dividir su obra en dos categorías bien definidas: la primera comprende los trabajos directamente relacionados con el teñido de tejidos y el estampado de calicó, obra que se vió rápidamente reflejada en las ventas de los productos de su compañía, y la segunda comprende los trabajos que tenían que ser desarrollados dentro de mayores límites, donde, desgraciadamente, no existían hombres precursores de un tesón parecido o que, por lo menos, no estaban relacionados con la obra llevada a cabo por Mercer. Por una parte puede indicarse que la producción de nuevos efectos estampados amarillos causados por la precipitación de sulfuro de antimonio en los tejidos, el descubrimiento de un nuevo método para fijar el color Azul Prusia, y la substitución de un fosfato con la adición de un material glutinoso, musgo de Carragheen, para suplantar el antiguo procedimiento de baño de estiércol, hallaron una aplicación muy rápida en la industria. Se lograron éxitos parecidos en muchos otros dispositivos técnicos, los cuales son demasiado numerosos para ser referidos en este artículo. Sin embargo, puede citarse un ejemplo poco conocido relacionado con el estampado de muselinas de lana. Para que el tejido de lana pudiera ser estampado con la misma facilidad que los tejidos de algodón, Mercer aplicó un tratamiento de cloro. La impresión que causó esta operación, enteramente nueva, en los centros de estampados fué muy halagadora desde el punto de vista comercial, pero no había nadie disponible que pudiera perseverar en la obra realizada, con miras a investigar otros efectos del procedimiento, y hasta sesenta años después no se apreciaron debidamente las cualidades de resistencia al encogimiento de estos materiales de lana tratados al cloro. Además, como parte de un método para perfeccionar el estampado del color Rojo Turquía preparó un nuevo producto valiéndose de la sulfatación del aceite de oliva, pero las mayores aplicaciones de esta reacción, las cuales sentaron la pauta para los trabajos que condujeron a la manufactura de Aceite Rojo de Turquía y de los detergentes y agentes humedecedores modernos, no fueron investigadas hasta muchos años después.

En el año 1844 Mercer llevaba a cabo algunos trabajos que habían sido inspirados por ciertos experimentos de Graham; estaba especialmente interesado en la formación de hidratos en solución. Con miras a medir la viscosidad y movilidad de las soluciones hizo pasar licor cáustico a través de borra de algodón. Los interesantes resultados que logró observar de manera preliminar tuvieron que ser dejados a un lado debido a una acumulación de negocios de la casa y, más tarde, debido a una grave enfermedad. Sin embargo, al reanudar sus tareas aprovechó la primera oportunidad disponible para estudiar este « algodón batanado ». Halló que había aumentado la resistencia a la tracción del algodón, que había aumentado su peso en un 5 por ciento aproximadamente y que había logrado impartir una afinidad mucho mayor para la aplicación de materias tintóreas. Al aplicar sosa cáustica al algodón en estilos de estampado logró un acabado de crespón muy interesante, consiguiendo un efecto adicional de novedad procediendo a su teñido subsiguientemente. Poco después de haber realizado estos trabajos halló que podía hinchar el algodón tratándolo con soluciones de ácido sulfúrico y de cloruro de zinc, y observó, tal como Schweizer logró observar de manera independiente, que la celulosa podía ser disuelta en una solución de óxido de cobre en amoníaco. Todas estas observaciones habían sido hechas al llegar al año 1850, y fueron debidamente anotadas, pero no se registró desarrollo alguno por espacio de más de 40 años. La reacción principal de una industria algodonera poco dispuesta a efectuar cambios fué en el sentido de que Mercer había logrado encoger el algodón, un efecto que era muy poco de desear y que no ofrecía posibilidades comerciales. Sin embargo, Mercer había logrado establecer la base para un algodón de lustre muy pronunciado, conocido en la actualidad como algodón mercerizado, producido por Lowe en 1890 con la aplicación del tratamiento cáustico bajo condiciones que impedían el encogimiento y que, gracias a esta circunstancia, establecía el lustre del material;

(*Continúa en la pág.* 149)


Región del ala
Capón normal
Capón durante el período de las inyecciones
Capón durante el período de las inyecciones
Gallina normal
Región de la pechuga
Capón normal
Capón durante el período de las inyecciones
Gallina normal
Región del lomo
Capón normal
Capón durante el período de las inyecciones
Capón durante el período de las inyecciones
Gallina normal
W. THORNTON SHIELLS

Las substancias estrogénicas sintéticas

E. C. DODDS

Las secreciones de los ovarios que controlan el ciclo sexual femenino, se llaman substancias estrogénicas, y hoy conocemos su composición química. Durante los últimos años se ha sintetizado substancias estrogénicas, más activas que las naturales, y se las ha usado con resultados excelentes en el tratamiento de los síntomas asociados con la terminación de la lactancia, de la menopausia, y del cáncer de la próstata.

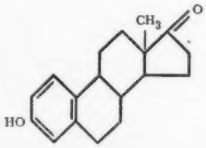
Por lo general, investigaciones que a primera vista sólo parecen tener un interés académico, no producen resultados prácticos inmediatos, aunque esto es lo que ha sucedido en el caso de las substancias estrogénicas sintéticas. En tiempos recientes, y de un modo inesperado, se ha descubierto nuevos usos de estas substancias, y especialmente en el tratamiento y control de una clase de cáncer. Creemos necesario dar una reseña sumaria de las substancias estrogénicas naturales antes de considerar las artificiales o sintéticas.

Se conoce desde tiempo inmemorial que las funciones sexuales y el ciclo sexual femenino están asociados con el ovario, y desde el principio del desarrollo del concepto de las secreciones internas, al final del siglo pasado, se reconoció que el ovario produce una substancia que, entrando en la corriente sanguínea, llega a los órganos de la reproducción y produce los cambios cíclicos de la hembra adulta. Era natural que los químicos y bioquímicos trataran de aislar del ovario este principio activo. Una gran desventaja durante los principios de estos trabajos fué la falta de un método de ensayo biológico, el cual fué descubierto hacia 1920 por Stockhard y Papanicolou.

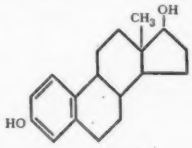
Trabajando con roedores pequeños, tales como ratas y ratones, demostraron que éstos presentan alteraciones de las células de la vagina durante ciertas fases del ciclo sexual, que pueden estudiarse por medio de frotis de la secreción vaginal. Si los ovarios se extirpan, las alteraciones en las células cesan, pero empiezan de nuevo si se inyectan substancias activas a los animales castrados. Esta observación fundamental fué hecha por Allen y Doisy. Se emprendieron trabajos químicos muy extensos, pero los pocos resultados obtenidos demostraron tan sólo que la substancia activa era un lipoide, soluble en solventes orgánicos y que se componía de carbono, hidrógeno y oxígeno. Sin embargo, tal como se extraía del ovario, no se podía purificar por medio de los métodos usados entonces, y las mejores preparaciones conocidas eran unos aceites espesos de constitución desconocida. Estos trabajos recibieron un nuevo impulso en 1927 cuando Aschheim y Zondek observaron que la orina de las mujeres y animales en gestación contenía grandes cantidades de esta hormona sexual femenina, o substancia estrogénica. Además demostraron que la substancia extraída de la orina por medio de solventes volátiles, tales como benceno o cloroformo, era más pura que la obtenida del ovario.

Este descubrimiento cambió por completo el aspecto del problema. En un tiempo relativamente corto, un número de químicos y bioquímicos (Marrian en Inglaterra, Doisy en los Estados Unidos y Butenandt en Alemania) obtuvieron productos cristalinos, y gracias a una serie de investigaciones efectuadas en varias partes de Europa y en América, se resolvió el problema de la constitución química de las substancias estrogénicas naturales.

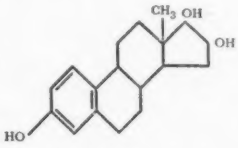
Se descubrió que existían tres substancias estrogénicas principales: estrona, estradiol y estriol, cuyas fórmulas se dan a continuación:



Estrona



Estradiol

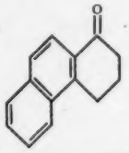


Estriol

Estos resultados, obtenidos antes de 1932, fueron el punto de partida de las investigaciones que forman la base de este artículo.

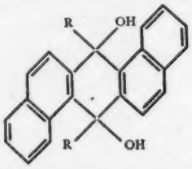
Todas estas substancias tienen un esqueleto

común, diferenciándose por la distribución de sus grupos hidroxílicos y cetónicos. Con Cook y Hewitt, el autor decidió investigar hasta que punto eran específicas las necesidades del cuerpo para las substancias estrogénicas, ya que tres, a lo menos, se producían en condiciones naturales. Empezamos preparando muchos derivados del fenantreno, que se ensayaron en ratas ovariectomizadas. Muy pronto, pudimos demostrar que la substancia –ceto–1 : 2 : 3 : 4–tetrahidrofenantreno



1–ceto–1 : 2 : 3 : 4 :–tetrahidrofenantreno

produce los mismos cambios cualitativos que los obtenidos por la inyección de cualquier otra de las substancias estrogénicas naturales. Había, sin embargo, una gran diferencia cuantitativa. Se necesitaban solamente una o dos milésimas de milígramo de estrona para producir cambios en la rata, mientras eran necesarios unos 100 mg del derivado fenantrénico simple para obtener el mismo resultado. Los mismos investigadores encontraron en otra serie de compuestos que uno de los dialquildibenzoantraceno dioles, cuya fórmula se da a continuación tenía una gran activi-



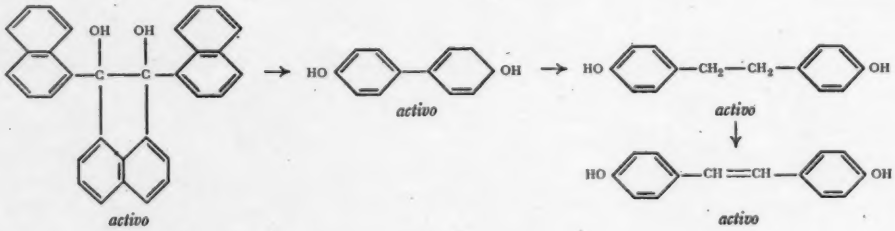
Dialquil-dibenzoantraceno dioles

dad, aunque este resultado era una excepción. Sin embargo, las investigaciones aumentaron en interés cuando demostramos que podían reproducirse todos los efectos de las hormonas naturales. Trabajando con Greenwood, el autor demostró que estos compuestos, inyectados a capones, eran capaces de producir la característica feminización del plumaje, que se obtiene por medio de las substancias estrogénicas naturales. A la izquierda de la figura (*véase* pág 144) se reproducen las plumas de un capón normal, que son masculinas. Las plumas de la derecha son las de una gallina normal, y las del centro son las de un capón, modificadas por medio de una inyección de substancia estrogénica sintética. Es evidente que la inyección produce una feminización inmediata de las plumas que vuelven a su carácter masculino al cesar las inyecciones. Hasta este punto, todos los compuestos investigados tenían el anillo fenantrénico, y la etapa siguiente fué determinar si esta estructura era esencial para la actividad estrogenética.

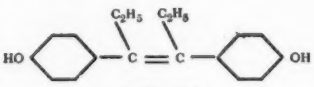
En colaboración con Lawson, el autor examinó la actividad de un número de compuestos que solamente tenían dos anillos fundidos, y obtuvo resultados positivos con algunos de ellos. Se probaron otras simplificaciones de la molécula necesaria para la actividad estrogénica. Las fórmulas al pie de la página dan las distintas etapas seguidas durante las investigaciones. Puede verse que llegamos a una segunda substancia relativamente sencilla, el 4 : 4–dihidroxiestilbeno o dihidroxidifeniletileno. El hidrocarburo estilbeno o difeniletileno, de que se dreiva, es activo, y una serie de sus derivados fué estudiada por Robson y sus colaboradores. Estas substancias son menos activas que las que describiremos a continuación, pero algunas de ellas tienen la propiedad notable de que una sola administración es capaz de actuar por largo tiempo. Hemos de hacer constar que esta substancia tiene solamente una fracción de la actividad de las hormonas naturales.

Anol

Se procuró simplificar aún más la molécula, suprimiendo, por así decir, uno de los anillos bencénicos del 4 : 4–dihidroxiestilbeno y substituyéndolo por un grupo metílico. Esta substancia, anol, se obtuvo por demetilación del anetol, un producto natural que es el éter metílico de la substancia deseada. Esta reacción se efectuó calentando el anetol con álcali y alcohol a alta

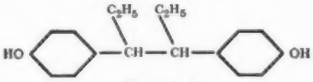


presión en un autoclave. Se separó y se cristalizó el fenol resultante, y observamos que tenía una gran actividad en ratones ovariectomizados. Al tratar de comprobar este resultado, encontramos grandes discrepancias entre las actividades de distintos lotes de anol, lo que nos hizo pensar que habíamos cometido algún error en nuestro trabajo. Varios lotes de anol fueron comparados, y encontramos que su actividad varía desde muy alta hasta casi nula. Un estudio de las propiedades químicas del anol reveló que se polimeriza rápidamente, y llegamos a la conclusión de que su actividad era debida a un polímero formado durante la demetilación del anetol original. Esta teoría viene confirmada por el hecho de que las aguas madres de cristalización del fenol poseían una gran actividad. Al concentrar las aguas madres, obtuvimos una masa vítrea con bastante actividad estrogénica, pero de la que a primera vista parecía imposible el obtener un producto cristalino. Un análisis de la situación nos llevó a creer que la actividad se debía a un polímero del anol que, teóricamente, había de ser un dimérido. Naturalmente, la etapa siguiente fué sintetizar cada uno de los diméridos posibles, y, basándonos en principios generales, supusimos que el activo había de ser un dimérido simétrico. Entre tanto, en Oxford, Sir Robert Robinson había empezado a preparar substancias con posible actividad estrogénica, con una estructura parecida a la del estrodiol, y pronto decidimos trabajar juntos. Fué lograda la síntesis del dimérido simétrico 4 : 4–dihidroxidietilestilbeno, y al ensayarlo encontramos que tenía una actividad asombrosa. Su fórmula se da a continuación:



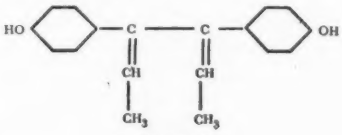
Estilbestrol

Al comparar cuantitativamente su actividad con la de la estrona, se vió que era aproximadamente dos veces y media más potente; por lo tanto, podía ser una de las posibles impurezas del anol. El descubrimiento de esta substancia, que se llamó « dietilestilbestrol », y que hoy se conoce bajo el nombre de « estilbestrol », fué un avance muy importante, pero creimos que no era suficiente para explicar la actividad de algunas muestras de anol. Se decidió, por lo tanto, tratar de separar las impurezas de los licores madres de cristalización del anol, y en colaboración con Campbell obtuvimos resultados satisfactorios, Logramos demostrar que la impureza era una substancia parecida al estilbestrol, y que solamente se diferenciaba de ésta por el hecho de que el doble enlace entre los carbonos α y β estaba hidrogenado. Esta substancia, llamada hexestrol, se puede preparar por medio de la hidrogenación catalítica del estilbestrol y tiene la fórmula siguiente:



Hexoestrol

Otra variación, que se obtuvo por una ruta sintética completamente distinta, contiene enlaces dobles en las cadenas laterales de los átomos de carbono centrales. Se la conocía como el compuesto hexadiénico y más tarde llamóse « dienestrol ».

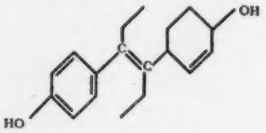


Dienestrol

Tenemos así, tres substancias — estilbestrol, hexestrol y dienestrol, las cuales, a pesar de que sus estructuras sólo se parecen superficialmente a la de la hormona natural, son más activas que esta última. Desde cualquier punto de vista, estas substancias presentan problemas fascinadores. Primero, desde el punto de vista estereoquímico, hay dos estilbestroles posibles, la forma « cis » y la « trans ». Estas dos formas se han aislado y la más activa que hoy tiene uso médico es la variedad « trans ». En el caso del hexestrol, que tiene dos carbonos asimétricos, sabemos que la forma « meso », compensada internamente, es la que se usa en la clínica. Los isómeros del dienestrol aún no se han investigado completamente.

Bajo el punto de vista biológico, estas substancias tienen un gran interés. Pueden reemplazar a las substancias naturales en cualquiera de sus funciones, y ya hemos dicho anteriormente que su estructura se parece muy poco a la de estas últimas. Se puede escribir la fórmula del « trans »–estilbestrol de un modo que en apariencia se puede relacionar con el estradiol que ocurre naturalmente, tal como se puede ver en el diagrama siguiente. Es difícil expresar la actividad de las tres substancias estrogénicas principales en términos de la actividad del estrodiol y de la estrona, pero en general se puede decir que son entre dos

y cinco veces más activos. La gran diferencia entre las substancias sintéticas y las hormonas naturales



es que estas últimas son casi inactivas cuando se las administra por la boca, a menos que se las dé en grandes cantidades, mientras que las tres substancias sintéticas presentan una gran actividad cuando se las administra por esta vía; el dienestrol es quizás la más activa. Además el coste de producción de estas substancias es pequeño, y han dado a los experimentadores y a los médicos un nuevo método de investigación. Durante los últimos seis años, se han publicado varios centenares de artículos en revistas de la Gran Bretaña, y del extranjero, que tratan de sus acciones farmacológicas y biológicas, pero no es posible resumir aquí todas sus aplicaciones. Son sumamente importantes para el médico porque es el método más económico de administración de estrogénicos y pueden emplearse en todos los casos en los que se usaban anteriormente las hormonas estrogénicas naturales. Comparándolas con éstas, tienen dos ventajas importantes: (i) son económicas en precio y (ii) se pueden administrar oralmente. En la práctica médica, las hormonas naturales se administran por medio de inyecciones subcutáneas o intramusculares, lo que limita su uso a las personas bajo vigilancia médica, o que visitan regularmente a una clínica. Hoy se administran las hormonas sintéticas a muchos enfermos de los dispensarios de hospitales.

Las aplicaciones clínicas de estas substancias son muy extensas. Quizás será suficiente indicar dos de sus usos más importantes. Su uso principal es quizás en el tratamiento de los síntomas asociados con el cambio de la vida en la mujer. Tenemos hoy un gran número de datos bibliográficos que demuestran que casi todos los casos de este período difícil y molesto se pueden aliviar por medio de la administración diaria de unos milígramos de esta substancia en forma de píldoras. Los síntomas vasomotores, tales como los rubores, y la inestabilidad mental que acompaña a este período, y que causa tantos sufrimientos humanos, pueden abolirse en la mayoría de los casos.

El segundo uso importante es en la terminación de la lactancia, al destetar a un niño de pecho. Este es otro de los períodos más molestos para la mujer, acompañándose de dolores agudos y ansiedad, y en algunos casos siendo necesarias intervenciones quirúrgicas. Por medio de la administración de cantidades adecuadas de estrogénicos, la secreción de la leche termina abruptamente sin efectos secundarios.

En cierto número de casos, al principio de la administración de estrogénicos sintéticos, se han observado reacciones secundarias y náusea. Estas son más frecuentes con el estilbestrol y más raras con dienestrol, mientras con hexestrol, el número de reacciones es intermedio. Estos síntomas no son nunca tan intensos para que hagan imposible el uso de los compuestos, y en muchos casos son completamente ausentes. Hemos de hacer constar que esta náusea es central y probablemente tiene el mismo orígen que el vómito y la náusea del embarazo, cuando el cuerpo se inunda súbitamente por un exceso de estrogénicos.

Además de estas dos indicaciones principales, se han usado los estrogénicos sintéticos en otras condiciones de insuficiencia de la hormona natural, y por lo tanto tienen un gran papel en el tratamiento de los trastornos ginecológicos.

Al principio de este artículo, hemos hacho constar que con rareza una investigación académica tiene resultados prácticos inmediatos. En los párrafos anteriores, hemos visto que las substancias estrogénicas sintéticas son una excepción. Una afortunada aplicación imprevista de estas substancias se debe a investigaciones recientes. Con ellas, hoy podemos controlar una forma de cáncer y aliviar a los enfermos de sus síntomas durante el tiempo que se continúa el tratamiento, esto es durante tres o cuatro años. Una de las formas más horribles de esta enfermedad es el cáncer de la próstata. En adición a su terrible progreso, tal como la formación de núcleos secundarios con presión en los nervios y el dolor insufrible, esta forma particular de cáncer en sus primeras fases se asocia con obstrucción urinaria y los sufrimientos de esta retención. Huggins, cirujano de Chicago, decidió por razones que no podemos describir aquí que si se pudiera suprimir la actividad de los testículos, por medio de la castración, o cualquier otro método, se aliviarían los síntomas del cáncer de la próstata. Se había demostrado que la administración de grandes dosis de estrogénicos inhibía el lóbulo anterior de la hipófisis, lo que producía un efecto igual a la castración. En una larga serie de experimentos, probó la acción del estilbestrol administrado por la boca. Los resultados fueron muy prometedores, y en muchos casos fulminantes. En la actualidad,

tenemos la experiencia de muchos enfermos tratados en este país que no presentan síntoma alguno, y cuya salud es excelente, tanto que han podido reemprender sus trabajos habituales. No solamente se han aliviado completamente los trastornos urinarios, sino parece que se ha inhibido la expansión de los núcleos secundarios, y, en algunos casos, hasta han disminuído de tamaño; así el dolor insufrible debido a la compresión de los nervios, que exigía el uso de morfina, ha desaparecido por completo, y hasta en los casos donde había compresión de la médula espinal, los dolores se han aliviado enteramente.

Hemos de usar una gran perspicacia en la interpretación de estos resultados, a pesar de que éstos son únicos, en el sentido de ser la primera forma de tratamiento eficaz de una forma de cáncer por medio de una medicina administrada oralmente. El tiempo que se ha usado estetratamiento es demasiado corto para decir si el alivio se puede mantener indefinidamente, y en ninguna circunstancia podemos considerar al tratamiento como una cura.

Es posible que, gracias a experimentos futuros, se encuentren nuevos usos beneficiales de las substancias estrogénicas, pero aunque no progresemos más, estas substancias forman un grupo interesante de nuevas drogas de gran actividad.

BIBLIOGRAFIA

[1] ALLEN, E.; DANFORTH, C. H.; y DOISY, E. A. (editors). *Sex and Internal Secretions*, 2nd ed., 1939 (Baltimore: Williams y Wilkins).

[2] DODDS, E. C. « The New Oestrogens », *Edinb. Med. J.*, 1941, **48**, 1.

Mercer y mercerización

(*Continuación de la pág. 143*)

creando también la base para la invención del procedimiento de rayón de viscosa de Cross, Bevan y Beadle en 1892; y para el procedimiento de Bemberg para la manufactura de rayón de cupra-amoníaco. La industria más moderna de materiales plásticos, la cual necesita una variedad de derivados de celulosa que tienen que ser preparados de celulosa de sosa o de celulosa activada por alcalís, puede atribuir muchas de las facilidades presentes a aquellas investigaciones del pasado.

Mercer siempre demostró estar profundamente interesado en química teórica. Estableció un grupo para discusiones en Whalley, un pueblo muy cercano, donde presentó sus puntos de vista respecto a la catálisis, al fenómeno de las combinaciones químicas, a la afinidad y respecto a muchos otros temas. Observaciones de las reacciones fotoquímicas de ciertas sales inorgánicas le indujeron a idear nuevos procedimientos de naturaleza poco común para reproducciones fotográficas sobre papel y sobre tela de batista en una variedad de colores. Como resultado de sus investigaciones, originadas por una queja de un cliente de la América del Sur relacionada con el enmohecimiento de ciertas telas estampadas de calicó, un problema que logró solucionar desde el punto de vista técnico, se pasó algún tiempo estudiando mohos y crecimientos bacteriológicos.

En el año 1850 la obra de Mercer había sido apreciada, y le había valido distinciones, en círculos académicos. En 1852 fué elegido Miembro de la Royal Society, si bien tuvo que ser repetidamente persuadido para que aceptara una tal distinción. Fué elegido Juez en cada una de las dos grandes Exposiciones Internacionales de 1851 y 1862. En la exposición primeramente referida, S.M. la Reina Victoria de Inglaterra aceptó gustosa el regalo de pañuelos de algodón que habían sido estampados valiéndose del original procedimiento de álcali de Mercer.

REFERENCIAS

[1] MARSH, J. T. *Mercerizing* (Chapman and Hall Limited).

[2] PARNELL, E. A. *The Life and Labours of John Mercer, F.R.S., F.C.S.* (Longmans, Green & Company).

En este punto corresponde expresar el agradecimiento del autor por las útiles sugestiones hechas por Mr J. T. Marsh, M.Sc., F.R.I.C., F.T.I.

Las tendencias de la parasitología veterinaria británica

E. L. TAYLOR

En Gran Bretaña son los elmintos los parásitos de los animales domésticos más importantes desde el punto de vista económico. La parasitología veterinaria británica se ocupa, por lo tanto, principalmente de elmintología, y el Dr Taylor describe las investigaciones recientes en dicho campo. Cuando se comprenda mejor el fundamento de la acción antielmíntica será posible aplicar métodos quimoterápicos de la manera más ventajosa y establecer así un control más firme sobre los parásitos de lo que es ahora practicable.

En su crecimiento, la parasitología ha seguido las mismas líneas generales en todas sus ramas: primero, un estudio morfológico de los parásitos y clasificación de los mismos, segundo, un estudio de su vida y desenvolvimiento, y tercero, su relación con una determinada enfermedad. Por lo que se refiere a los parásitos de interés veterinario, el trabajo más útil de morfología y clasificación está ahora completo, lo mismo que un bosquejo de los desenvolvimientos y modos de vida, que, con pocas excepciones, es suficiente para explicar el orígen de la infección.

Este importante trabajo preliminar está en cierto modo fuera del campo de actividad del veterinario, siendo más propio del laboratorio biológico, por ocuparse, como es el caso, de la estructura y vida ordinaria de seres que sólo bajo condiciones excepcionales son responsables por el estado de enfermedad. Es útil establecer una subdivisión convencional entre « parasitología normal » y « parasitología patológica » pues que ayuda a definir el campo especial del investigador médico o veterinario, cuyo objeto principal, sean cualesquiera los medios empleados, es el de llegar al conocimiento de la enfermedad parasitaria.

En la Gran Bretaña los parásitos más importantes economicamente son, con mucha diferencia, los elmintos. Ciertamente la historia de las enfermedades parasitarias en la Gran Bretaña se centra en gran parte alrededor del desequilibrio ecológico producido en la relación entre dichos parásitos y sus víctimas. Tal desequilibrio ha sido producido por varios adelantos agrícolas, relacionados principalmente con la mejora de los pastos y la creciente concentración del ganado. Una media docena de especies de elmintos y algunos grupos de especies intimamente relacionadas entran principalmente en esta categoría, y las tres líneas más importantes de investigación son: (1) un detallado estudio de la bionómica del parásito en su vida fuera del huésped mamífero; (2) un estudio de las reacciones mutuas del huésped mamífero y la comunidad parasítica; y (3) la investigación del tratamiento parasiticida del huésped afectado.

No parece que pueda pensarse aún en la extirpación de estos parásitos. Aparecen en todos los sitios que nuestro ganado frecuenta, y por el momento el único objetivo práctico, al tratar de prevenir la enfermedad, tiene que ser el control de la multiplicación del parásito y el mantenimiento de sus números al nivel ecológico normal.

El estudio de la bionómica de las larvas libres de los nematodos parásitos del ganado, ha contribuído grandemente a acrecentar nuestra comprensión de la epidemiología de las enfermedades causadas por los mismos. Se han hallado razones para la asociación de las enfermedades producidas por nematodos en el ganado lanar, con ciertos sistemas de cultivo o maneras de apriscar y con la mejora de los pastos mediante escorias básicas; para la aparición de bronquitis parasitaria en el ganado vacuno cuando se ha terminado la siega; y para el uso de ciertas prácticas tradicionales en la cria de ganado lanar, que son ahora reconocidas como métodos de controlar la enfermedad parasitaria. Estas investigaciones se van extendiendo actualmente desde el laboratorio hacia el campo, y se están llevando a cabo, con ventaja, estudios epidemiológicos más directos, en los mismos sitios en que las enfermedades se producen. Ciertos datos interesantes se han obtenido por ejemplo, hace poco, con una técnica desarrollada para estimar el número de larvas de nematodos, capaces de infectar, que existen en los pastos, y ha sido sorprendente hallar la gran cantidad de las mismas ingeridas diariamente por el animal que pace. Un pasto grandemente infectado, en el cual, sin embargo, los corderos que comen la

hierba no muestran signo exterior alguno de enfermedad, puede contener alrededor de 400 larvas de nematodos por libra de la misma; y como el ganado al pacer, come alrededor de 15 o 20 libras diariamente, resulta que tiene, al mismo tiempo, que ingerir alrededor de 8.000 jóvenes parásitos. El tanto por ciento de las larvas que se desarrollan en corderos jóvenes y susceptibles, es elevado, y como estos parásitos alcanzan la madurez en menos de tres semanas, y unos 40.000 o 50.000 son suficientes para causar la muerte, la observación demuestra claramente la fuerza de resistencia contra la invasión parasitaria, que se desarrolla en el animal que pace.

Las observaciones que muestran la elevada proporción de larvas absorbidas por el ganado lanar mientras pace, acentúan también las ventajas resultantes de usar para unos pastos altamente infectados una variedad de animales no susceptibles al ataque. Las larvas de los gusanos son demasiado resistentes para sufrir daño cuando se aplica al terreno cal, sal u otras substancias, a menos que sea en grandes cantidades, tales que destruirían, al mismo tiempo, el pasto. No es posible tampoco librarse de ellas mediante el arado, porque emigran de nuevo a la superficie; de modo que el único método rápido de reducir la infección en el campo parece ser el de alternar en el uso del pasto, con los habituales animales, otros no susceptibles. De aquí que el uso por ganado vacuno o lanar de prados reservados para el ganado caballar resulte altamente beneficioso, ya que los miles o decenas de miles de larvas absorbidas durante el día por cada diferente vaca o cordero, son destruídas, y los pastos quedan así relativamente limpios.

Además de razas, especies o variedades no susceptibles, diferentes de los animales que han infectado el campo, pueden usarse, por razón semejante, adultos de la misma clase como medio de limpiar los pastos para individuos jóvenes, ya que su resistencia, comparada con la de éstos, es muy grande, y las larvas que ingieren son destruídas.

La aplicación de la técnica empleada para recoger las larvas existentes en los pastos muestra que puede ser también beneficioso el poner juntos adultos y jóvenes a pacer en el mismo campo. Se ha hallado, por ejemplo, que hacia el final del verano, corderos que parecen gozar de buena salud pueden excretar hasta 9.000 huevos por gramo de materia fecal. Suponiendo que producen 900 gramos diarios de la misma, la cantidad de huevos por día alcanzaría la enorme cifra de 8.000.000. El prado donde estos corderos pacen no contiene, sin embargo, más de 400 larvas por libra, de modo que los corderos que comen 20 libras por día ingerirán al mismo tiempo alrededor de 8.000 larvas. Puede suponerse, por lo tanto, que a fin de mantener una proporción de absorción de 8.000 larvas cada 24 horas, es necesario añadir al pasto unos 8.000.000 huevos durante el mismo período, o sea 1000 veces el número de las larvas que aparecen. Las ovejas, sin embargo, en la misma época del año excretarán solamente 900 huevos por gramo de excremento, esto es unos 800.000 diarios. Esta cifra, usando el mismo tipo de proporción, representaría sólo una absorción de 800 larvas diariamente, o sea a razón de 20 libras de hierba por día, una adición al pasto de 40 larvas por libra de hierba, nada más. Por lo tanto cada oveja que pace junto con los corderos en un prado fuertemente infestado, estará ingiriendo y destruyendo diariamente unas 8.000 larvas mientras que añade sólo 800, mostrando así en el balance, un crédito a su favor de 10 larvas destruídas por cada una añadida al pasto.

El que ganado adulto y jóven pace al mismo tiempo en un prado, se considera habitualmente poco prudente a causa de los peligros de trasmisión de parásitos, desde los resistentes adultos acarreadores a los susceptibles, y relativamente limpios, animales jóvenes. Las observaciones mencionadas acerca de la absorción de larvas, muestra, sin embargo, que, al menos por lo que se refiere a pastos fuertemente infestados, la presencia de animales adultos es una positiva ventaja, y que tiene que ser peligroso para animales jóvenes, el pacer intensamente, por si solos, en un campo.

Estos pocos ejemplos son suficientes para mostrar que la observación de las larvas tal como existen en los propios prados, está ayudando a poner en claro la epidemiología de este grupo de enfermedades elmínticas e indicando las mejores líneas de ataque en nuestros esfuerzos para dominarlas. Otro aspecto del parasitismo, y uno que es de la mayor importancia desde el punto de vista de la epidemiología, es el referente a la resistencia del huésped contra la invasión del parásito. Hasta hace muy poco se pensaba que los parásitos entraban, contra sus huéspedes, en una especie de lucha por la existencia cuyo resultado final era, bien la destrucción de los parásitos, o bien la muerte del huésped. Se reconoce hoy que tal manera de considerar sus mutuas relaciones es erróneo, ya que no tiene en cuenta la necesidad biológica de proveer para la continuidad de la especie parásita. Esta continuidad estaría

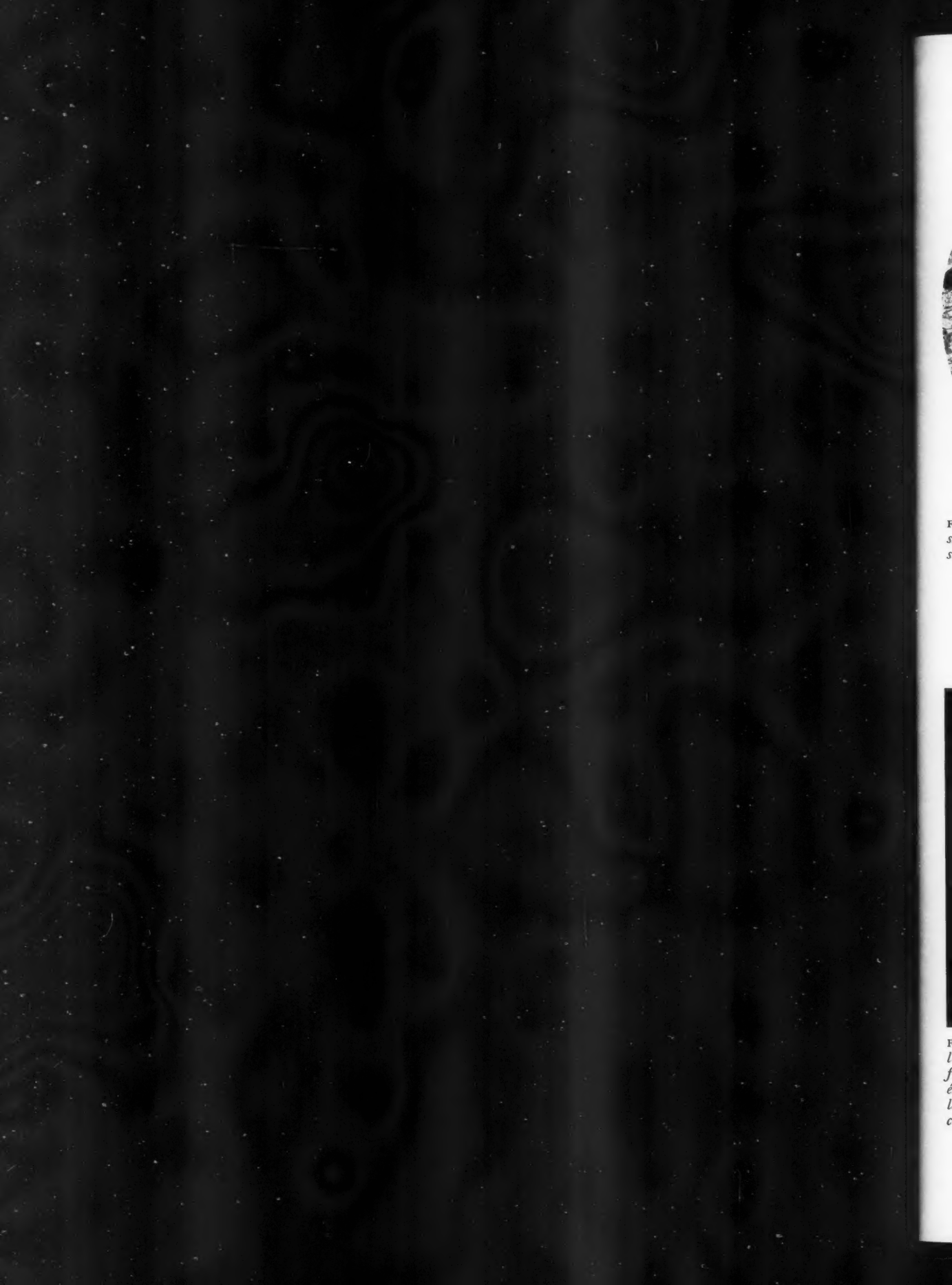
seriamente amenazada por cualquier marcada acción letal sobre su huésped, acción que conduciría, al mismo tiempo, y como resultado final, a la eliminación del propio parásito. Ha tenido que desenvolverse, por lo tanto, un mecanismo para el mantenimiento del equilibrio; sus dos factores principales son la producción de excesiva progenie por parte del parásito, y el desarrollo de una resistencia hacia la infección excesiva por parte del huésped. Esta resistencia, que se ha ido desarrollando durante la evolución mutua de ambas especies, debe ser de una naturaleza muy compleja. Puede razonablemente suponerse, por ejemplo, que el común nematodo parásito *Strongylus vulgaris* ha estado asociado con el caballo desde una época muy remota, que *Eohippus*, el más antiguo de los antepasados conocidos de la especie equina, acarreaba algún antepasado, igualmente primitivo, de *Strongylus vulgaris*, y que ambos han evolucionado juntos, llegando a ser lo que hoy conocemos. Sus relaciones inmunológicas actuales pueden, por lo tanto, ser consideradas como el resultado del sucesivo desenvolvimiento de mecanismos de « ataque » por una parte, y de « defensa » por otra, y tienen que ser de naturaleza muy complicada y difícil de desenmarañar para nosotros.

En este estudio de la inmunidad parasitológica, la parte correspondiente al trabajo de laboratorio ha recibido gran cantidad de atención durante los últimos quince años. Se ha comprobado así que el mecanismo está en general de acuerdo con el de la inmunidad bacteriológica, aunque el tamaño relativamente grande de los elmintos parásitos, y el hecho de la localización de sus ataques, ha originado ciertas diferencias en el modo de enfocar la investigación. Ha habido, por ejemplo, una tendencia a señalar una distinción entre la resistencia contra la propia infección y la resistencia contra los efectos de la misma, distinción que podría difícilmente hacerse respecto de los parásitos microscópicos, en los cuales los efectos del parasitismo son practicamente indispensables para el reconocimiento de la existencia de la infección.

La más definida clase de inmunidad es la que se debe a una total incompatibilidad entre huésped y parásito. La inmunidad dependiente de la edad, de la cual hay uno o dos buenos ejemplos, en parasitología, puede ser considerada de la misma naturaleza. Pero la rama de inmunización que más directamente interesa al veterinario parasitólogo es la de la resistencia adquirida como resultado de una infección previa. La mayor parte del trabajo de laboratorio acerca de esta inmunidad adquirida ha sido realizado en el *Ankylostoma* del perro, en gusanos estomacales del ganado lanar, y en el pequeño nematodo *Nippostrongylus muris* de las ratas. Se ha hallado que en estos casos la inmunización se desenvuelve muy lentamente, si se compara con la rápida respuesta de la inmunidad adquirida en muchas infecciones bacteriológicas. Sin duda la tan diferente proporción en que las dos clases de parásitos se multiplican en el cuerpo del animal tiene alguna relación con esta variación. Las bacterias se reproducen rápidamente en el huésped y de este modo provocan una respuesta inmediata de los mecanismos de defensa, mientras que el incremento en el número de elmintos parásitos, es, por comparación, un proceso lento, que depende enteramente de la adquisición gradual de huevos o larvas desde el medio que rodea al huésped; no hay por lo tanto necesidad de una respuesta rápida de los mecanismos de defensa.

Otra diferente manifestación de inmunidad respecto de los elmintos parásitos es la llamada « premonición », o sea la resistencia del huésped a ser infectado de nuevo por una especie de parásito que ya posee. Esta clase de resistencia obra sólo mientras la infección persiste, y ha sido claramente demostrada en la asociación con sus huéspedes de uno o dos quistes de cestodos. No parece improbable que la premonición juegue también su papel en la protección de los animales que están paciendo, contra algunos de sus nematodos parásitos, porque incluso los más resistentes animales adultos, casi invariablemente acarrean ligeras infecciones de estos gusanos.

A causa de la persistencia de tal infección residual, y también, quizá, como consecuencia del modo lento de su desenvolvimiento, parece existir una tendencia a considerar la inmunización elmíntica como un tema de estudio académico, sin importancia práctica por lo que se refiere a la enfermedad entre animales agrícolas. Nada, sin embargo, más lejos de la verdad, como aparece claramente cuando el asunto se considera desde un punto de vista epidemiológico. El alimento de los animales que pacen sufre una continua contaminación con sus propios excrementos; los huevos de sus parásitos llegan diariamente por millones desde los individuos infectados, incluso moderadamente; la absorción diaria de larvas infecciosas alcanza millares, y los animales que pacen serían completamente incapaces de sobrevivir la fuerte infección resultante si no fuera por el desenvolvimiento de esta poderosa resistencia. La inmunidad antielmíntica adquirida, es una inmunidad



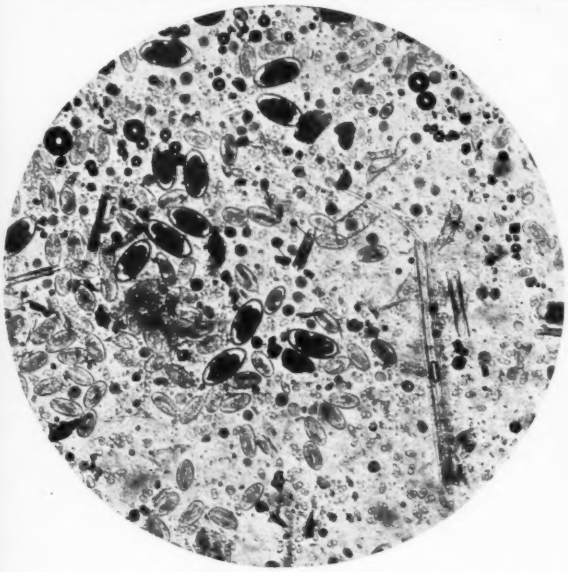


FIGURA 1 – *Concentración de huevos de estrongiloideo (nematodo) separados mediante flotación salina de los excrementos de un cordero sano portador de una infección normal de gusanos adultos.*

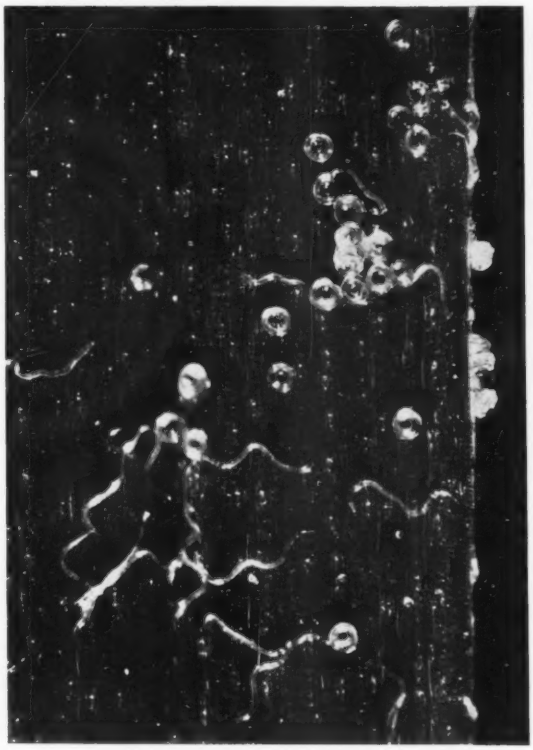


FIGURA 2 – *Larvas infecciosas de estrongiloideo (nematodo) en una hoja de gramínea.*

FIGURA 3 – *Masa de larvas de estrongiloideo en el extremo de una hoja de gramínea, fuertemente infectada. Ejemplares como éste se encuentran de cuando en cuando en la zona de depósitos de los excrementos de caballo.*

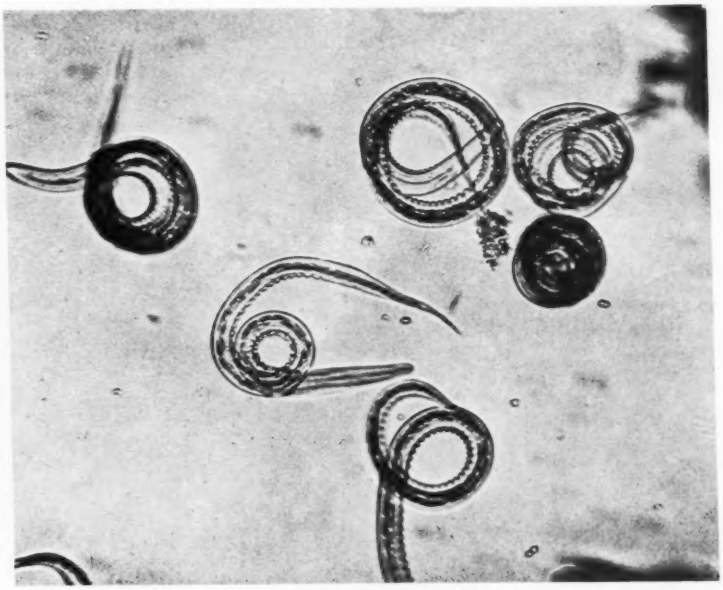


FIGURA 4 – *Larvas infecciosas de estrongiloideo mostrando la vaina protectora (plegada en la curvatura interior) que las hace muy resistentes contra las condiciones climáticas adversas.*

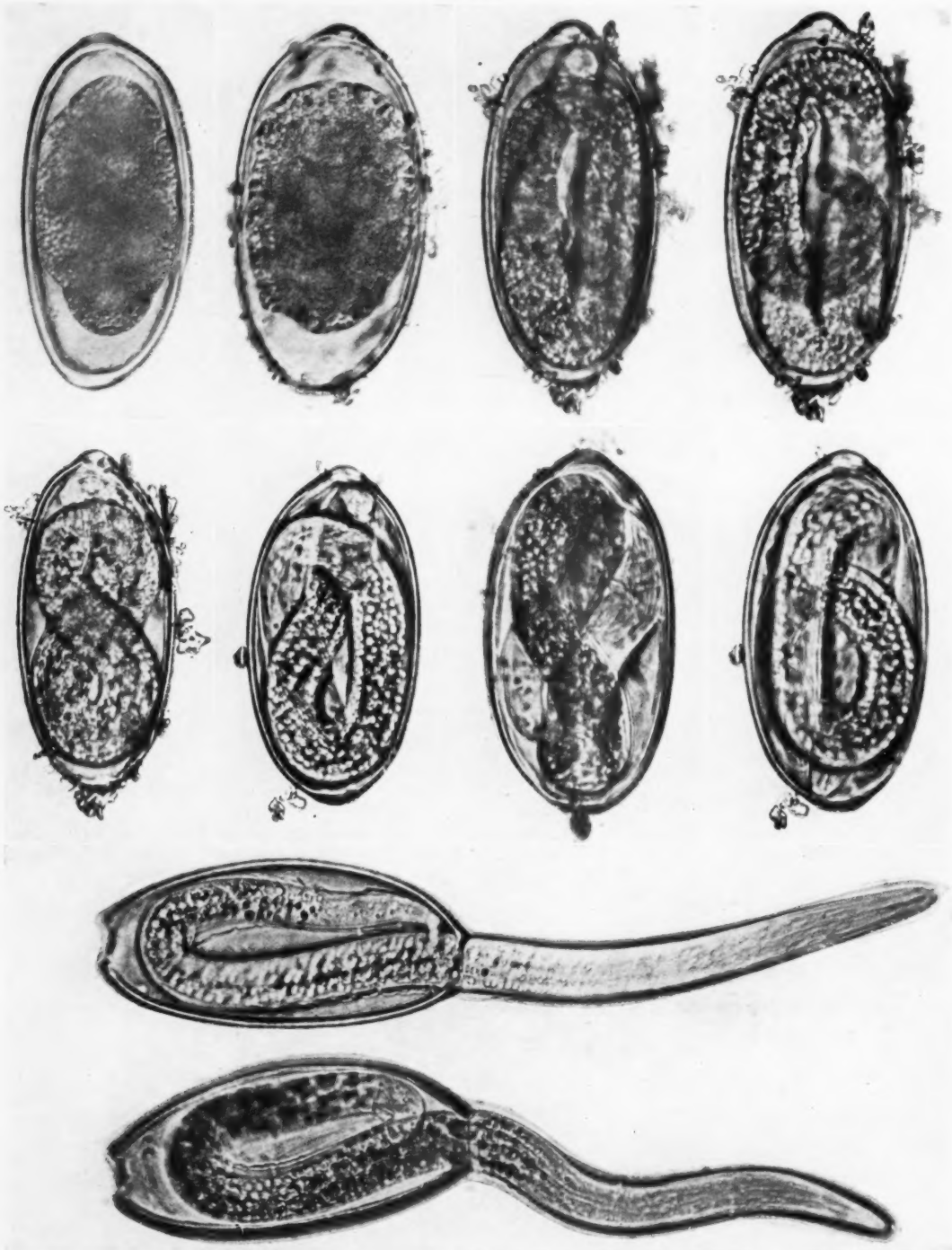


FIGURA 5 – *Desarrollo y nacimiento de las larvas del gusano estrongiloideo* Syntamus trachea *fotografiadas en dias sucesivos. Los huevos de la mayoría de los gusanos estrongiloideos parásitos de animales que pacen, están listas para salir del huevo dentro de las primeras 24 horas.*

muy potente. Es habitualmente adecuada para la completa protección de los animales adultos que pacen en los mismos prados donde los jóvenes van muriendo de elmintisis, y su lugar en la epidemiología de las enfermedades parasitarias es de la mayor importancia. Es más que probable que una gran parte de los futuros objetivos del veterinario parasitólogo estarán directamente encaminados a la investigación de los métodos mediante los cuales esta resistencia del huésped pueda ser favorecida y mantenida en su máxima potencia. La inmunidad adquirida es una protección *natural*. En estado salvaje es suficiente para proteger al huésped contra todos los ataques excepto los mas excepcionales, y no hay duda de que su acción puede mejorarse considerablemente bajo condicionesagrícolas.

Una de las direcciones en que estos esfuerzos pueden llevarse a cabo es la de evitar las circunstancias que tiendan a retardar el establecimiento de dicha inmunidad, o a destruirla una vez formada. Se ha demostrado, por ejemplo, bajo condiciones experimentales, que deficiencias en minerales y en vitaminas pueden producir este efecto.

Determinadas investigaciones médicas referentes a la epidemiología de enfermedades bacteriológicas llevaron, no obstante, a la conclusión de que la dieta es de importancia secundaria, conclusión que al parecer ha sido confirmada por ciertas investigaciones respecto de enfermedades elmínticas en las cuales se halló ser necesario modificar la dieta hasta el punto de que el peso del huésped se redujera, antes de que fuera visible efecto alguno sobre el parasitismo. Esta conclusión de laboratorio parece, sin embargo, ser más bien prematura, pues que el examen de las condiciones agrícolas en que se mantiene el ganado a lo largo del año revela que la variación en crecimiento y en calidad de la hierba, dependiente del cambio de estación, pone ciertamente muy gran presión sobre la cantidad de forraje de que se dispone, y que la necesidad económica de alimentar sobriamente a los animales que se tienen de reserva, produce a menudo el resultado de conservarlos vivos con una dieta considerablemente por bajo de los requerimientos de un sustento completo. Hacia el final de un verano seco, ovejas y corderos tienen gran dificultad en hallar suficiente comida en los denudados pastos; y como resultado directo de su escasa dieta el ganado de una comarca montañosa puede perder de hecho un cuarto de su peso durante los meses de invierno, mientras que el ganado de establo pasa a menudo el invierno en un estado de progresivo empobrecimiento orgánico. Considerando pues el asunto desde un punto de vista amplio, que comprende al ganado y sus parásitos bajo las condiciones prácticas del sistema agrícola actual, hay que deducir que, contrario a lo que opinan los epidemiólogos experimentales, la influencia de la dieta sobre el parasitismo puede ser de importancia considerable.

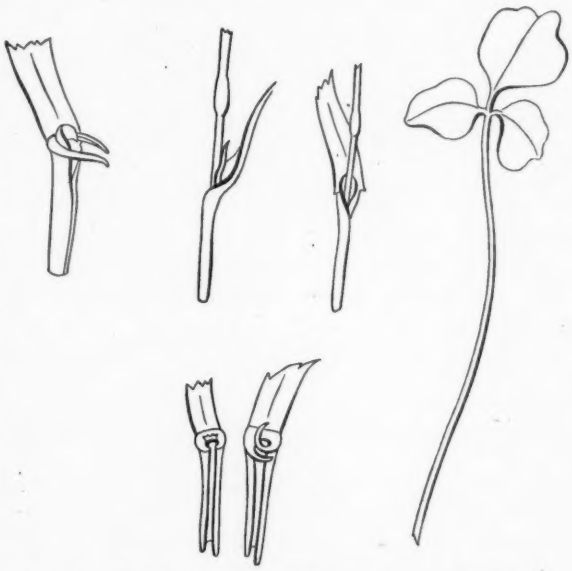


FIGURA 6 – *Uniones de los limbos y vainas de las hojas de diferentes gramíneas, mostrando la estructura que impide el ascenso de las larvas de estrongiloideos. No hay obstáculo alguno en la ascensión de la hoja del trebol, y la mayoría de las larvas se hallan en la cara superior de los tricompuestos foliolos.*

(*Fotografías tomados por A. Norman del laboratorio veterinario, Ministerio de Agricultura.*)

Cabe decir pues, que la tendencia general de la investigación elmíntica es en la dirección de la epidemiología, y procede por tres caminos diferentes: efectos en los parásitos del medio ambiente del huésped; efectos en los parásitos del desarrollo de inmunidad en un grupo de huéspedes, y, finalmente, el efecto del tratamiento parasiticida. Los métodos empíricos de investigación producen aún, esporadicamente, ciertos éxitos en el descubrimiento de nuevas y mejores substancias antielmínticas, de modo que es posible se realicen grandes progresos en dicha dirección, mayores aún cuando al fin sea comprendido el fundamento de la acción antielmíntica.

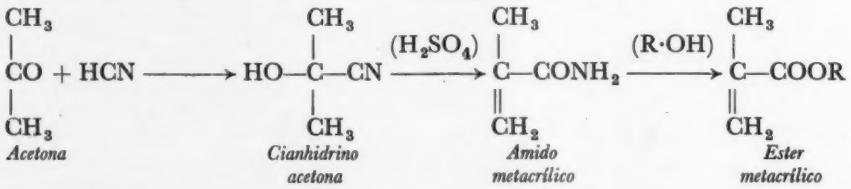
«Perspex»: metil-metacrilato polímero

A. CARESS

La química moderna suministra al mundo productos completamente nuevos, productos a los cuales sería inexacto considerar como meros substitutos de los anteriores. Entre los más útiles tenemos el termoplástico sólido y transparente conocido bajo el nombre de « Perspex », cuya química y aplicaciones vian descritas, en las páginas que siguen, por el Dr Caress. Diez años ha, el metil-metacrilato, substancia del cual se obtiene el « Perspex », era todavía una curiosidad de laboratorio: hoy ha sido transformada en importante materia prima.

La primera preparación de un monómero acrílico fué anunciada por Frankland y Duppa en 1865 [6]. Este era el metacrilato de etilo, y la tendencia que tenía a polimerizarse fué notada por Fittig y Paul en 1877 [5]. Mientras tanto, en 1873 [3], Caspary y Tollens habían publicado la preparación de unos ésteres de ácido acrílico, y Kahlbaum anunció la polimerización del acrilato metílico en 1880 [9]. A principios del siglo actual, comenzaron los trabajos sistemáticos en el campo acrílico, cuando Röhm, después de sus investigaciones académicas, entró a tomar parte activa en el desarrollo industrial de los ésteres polímeros acrílicos en Alemania. Durante los primeros períodos de este trabajo, Röhm se interesaba mayormente en los productos más blandos, para uso en la manufactura de lacas y vidrios de seguridad, o como substituto para el caucho, aunque es posible que examinara el polímero metil-acrilato, si bien sin darse cuenta de las potencialidades que encerraban su mayor dureza y resistencia. Cierto que existe una referencia de paso, a la polimerización del acrilato metílico en una patente suiza, registrada por Röhm y Haas, y publicada en Inglaterra en 1931 [11]. Más o menos en esa misma fecha, Chalmers sonsiguió una patente canadiense [4], afirmando haber obtenido un método para la polimerización del metacrilato etílico.

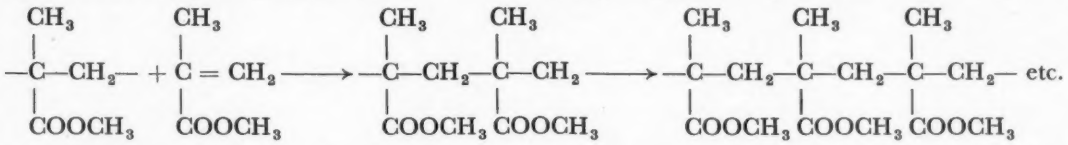
Rowland Hill [7] de la « Imperial Chemical Industries » fué el primero en estudiar en detalle el monómero y polímero del metacrilato metílico, y el primero en apreciar sus posibilidades; y desde este punto empezó el desarrollo técnico. Sin embargo, no fué sino después del descubrimiento en Gran Bretaña de un proceso económico para la sintetización del metacrilato metílico que llegó a ser posible la producción en gran escala. La síntesis británica que marca el comienzo del desarrollo del metacrilato metílico en escala industrial, fué descubierta en los laboratorios de la I.C.I., y publicada en una patente en nombre de Crawford [8]. Esta síntesis a partir de acetona, ácido cianhídrico, ácido sulfúrico, y metanol, se ha ido mejorando en años sucesivos [1] y es el proceso usado en la manufactura en gran escala tanto en la Gran Bretaña como en el extranjero. Es también aplicable, variando el alcohol, a ciertos otros ésteres de ácido metacrílico. Las reacciones químicas van resumidas en las ecuaciones siguientes, en las cuales R representa la radical de alcohol:



El metacrilato metílico es un líquido de una gravedad específica de 0,95 que se congela a − 48° C, y hierve a los 100° C. Su olor característico es hoy bien conocido. Puede ser transportado y almacenado sin peligro en estado puro, sin la adición de inhibidores de polimerización, siempre que se cuide de no elevar demasiado la temperatura. Puede ser polimerizado a un sólido rígido y transparente por varios medios, de los cuales, al menos dos, han sido desarrollados en la industria. Estos son: el procedimiento de polimerización granular [2], y el procedimiento de polimerización-fundición, acerca de los cuales se

hallan numerosas referencias en los informes de la patente.

La polimerización ocurre por la activación de la molécula monómera, que se concibe como la abertura del enlace doble, seguida por la adición rápida de moléculas monómeras inactivadas, hasta formar largas cadenas polímeras:



Generalmente el número de unidades monómeras en una cadena polímera es de 500–600 en los polímeros granulares, y de 1.800–3.000 en los polímeros fundidos, aunque es posible obtener valores fuera de estos límites. Las longitudes de cadena citadas son necesariamente sólo aproximadas, siendo basadas sobre el método de viscosidad específica de Staudinger, que no es infalible para moléculas de cadena larga, aún en el caso de soluciones muy diluídas. Sin embargo, es el método más fácil para calcular el valor medio de la longitud de cadenas, y por ende muy útil como prueba de control. La viscosidad específica es la diferencia entre la viscosidad de una solución de polímero y la del disolvente, expresada como una fracción de la viscosidad del disolvente mismo. Se entiende que es proporcional a la longitud de la cadena y a la concentración de una solución suficientemente diluída. La constante de proporcionalidad usada para determinar el límite de la longitud de cadenas citado más arriba, es de 0,00031 para una concentración de 1 gramo por litro, siendo cloroformo el disolvente. Luego, la viscosidad específica = 0,00031 × el número de unidades monómeras en la molécula polímera, para una solución de esa concentración en cloroformo.

El procedimiento granular da como resultado un producto en forma de pequeñas y perfectas esferas, como muestra la figura 1. Estas forman la base de polvos claros y coloreados usados para la moldura y fabricación de dentaduras postizas.

El procedimiento polimerización - fundición puede ser ilustrado por el método que se emplea para hacer las láminas transparentes conocidas bajo el nombre de « Perspex ». Se coloca al monómero, con vestigios de un catalizador tal como un peróxido orgánico, entre dos placas de vidrio, dentro de hornos, a una temperatura moderada, reglada con exactitud conforme a un horario; allí se le permite espesar y endurecer. Es menester tener en cuenta, durante la polimerización, la disipación del calor de reacción, y la contracción en volumen (de unos 20 por ciento). Esta contracción tiene forzosamente que ocurrir en el espesor, y no en la superficie de la lámina, que va sujetada por medio de prensas compresibles, adaptadas especialmente para dar el espesor deseado a las láminas sólidas finales. Una vez retirada la lámina, por medio de un procedimiento especial, de las placas de vidrio que la constriñen, éstas pueden volver a ser usadas, después de lavadas y secadas mecánicamente.

« Perspex » es un termoplástico transparente e incoloro de una gravedad específica de 1,19. Normalmente es producido en láminas planas de hasta 9,5 mm de espesor, y de 137 cm por 120 cm de superficie; pero se fabrican láminas más grandes en caso de necesidad. El trozo que presenta la figura 2, es una demostración todavía más llamativa del polímero en masa. Las variedades comerciales generalmente contienen un pequeño porcentaje de plastificador tal como phthalato dibutílico, que se añade al monómero antes de la polimerización. Esto tiene como resultado bajar la temperatura de ablandamiento, y por ende la temperatura a que tiene que ser calentada la lámina (más o menos 120° C) para permitir su moldura a formas útiles. Existen, no obstante, formas no plastificadas, entre ellas una de cualidad especial, que es empleada para la manufactura de lentes y prismas, como muestra la figura 3. Para la manufactura de gemelos acromáticos, se usa poliestireno puro como el componente « flint » y polimetacrilato que corresponde al « crown ». La tabla siguiente muestra algunas de las propiedades físicas del « Perspex » plastificado.

Como era de esperar de su estructura molecular, con sus cortas cadenas polares laterales, el « Perspex » posee buenas cualidades mecánicas. Es también un buen aislador eléctrico, pero en cuanto al factor de potencia no puede ser comparado con los polímeros hidrocarburos tales como el politeno y poliestireno. Sin embargo, una mera tabla de propiedades no revela aquel equilibrio de propiedades químicas, mecánicas y ópticas que da a « Perspex » la supremacía entre los plásticos transparentes. Es bastante resistente para poder soportar, a las bajísimas temperaturas

PROPIEDADES FISICAS

Materiales	Metacrilato polimetílico		Poliestierno
	Plastificado (« Perspex »)	No-plastificado (« Transpex » 1)	No-plastificado (« Transpex » 2)
Mecánicas			
Gravedad específica a 20° C	1,19	1,189	1,053
Fuerza de tensión (kg/cm²)			
A 40° C	350	—	—
20° C	490–630	700–770	350–420
—60° C	980	—	—
Resistencia a la rotura transversal (kg/cm²) a 20° C	840–1120	1120–1190	700–840
Módulo de elasticidad a flexión (kg/cm²) a 20° C	31600	33750–36600	31600–35000
Térmicas			
Temperatura de ablandamiento (ensayo empírico)	78° C	105° C	102° C
Coeficiente de expansión lineal por ° C ..	$97,5 \times 10^{-6}$	80×10^{-6}	86×10^{-6}
Conductividad (unidades C.G.S.)	$5,0 \times 10^{-4}$	$3,5 \times 10^{-4}$	$2,0 \times 10^{-4}$
Opticas			
Indice de refracción $\left(n_D^{20}\right)$	1,4949	1,4900	1,5900
Dispersión relativa $\left(\frac{n_D-1}{n_F-n_C}\right)$	53,7	57,5	31·0
Reducción en la intensidad de luz visible que pasa normalmente a través de la lámina ..	8 por ciento.	8 por ciento.	10 por ciento.
	(debido casi enteramente a pérdidas de reflexión)		
Eléctricas			
Resistencia dieléctrica de una muestra de 3 mm de espesor (voltios/cm):			
Seco	154000	—	197000
Después de 24 horas de inmersion en agua	150000	—	197000
Constante dieléctrica:			
A 1 megaciclo/seg.	2,8	—	2,3
8,555 megaciclos/seg.	2,6	—	2,5
Factor de potencia:			
A 1 megaciclo/seg.	0,02	—	0,0006
8,555 megaciclos/seg.	0,012	—	0,0005
Resistividad de volumen (ohm–cm)	10^{15}	—	10^{17}

que se registran en un aeroplano en vuelo, todas las tensiones, sin dar muestras de la fragilidad de los vidrios inorgánicos. Como casi todos los plásticos, absorbe una pequeña cantidad de agua, pero difiere de la mayoría en que no sufre, debido a esto, ningún cambio de apariencia, de dimensión o de propiedades físicas. La razón de la difusión del vapor de agua a través de « Perspex » es aún más baja que la que ocurre con poliestireno. Es incoloro, y así permanece despues de largos años expuesto al sol y a la lluvia. Por consiguiente, sus posibilidades como vehículo para « color fijo » están limitadas solamente por la disponibilidad de adecuadas tinturas y pigmentos fijos. Puede ser coloreado completamente con colores opacos en tintes claros.

« Perspex » no influye en una variedad de compuestos inorgánicos corrosivos sin ser afectado por ellos tampoco. Y así, permanece sin cambio despues de largos períodos de inmersión en agua de mar, o expuesto a gases, ya secos o húmedos, como el anhídrido sulfuroso, hidrógeno sulfuroso, óxidos de nitrógeno, ozono, etc. Los alcalis concentrados, y los ácidos minerales con una concentración de hasta unos 30 por ciento tampoco lo dañan. Ciertas clases de disolventes orgánicos lo

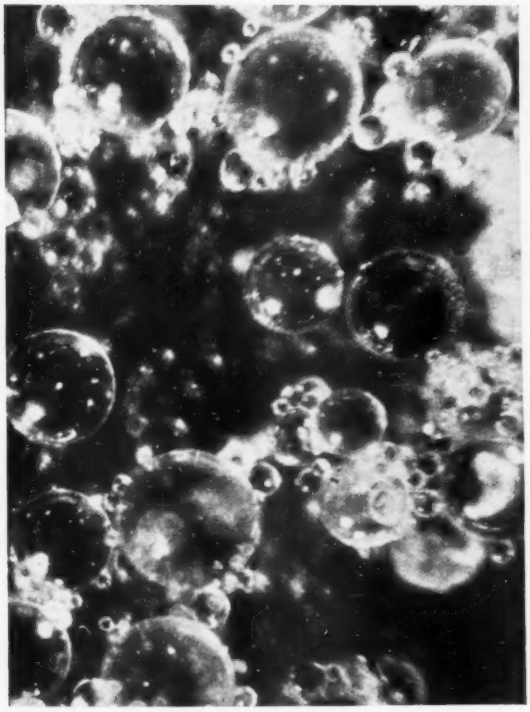


FIGURA 1 – *Microfotografía* (× 100) *que muestra el polímero metacrilato metílico en la forma de esferas sólidas que produce el procedimiento de polimerización granular.*

FIGURA 2 – *Bloque sólido del polímero metacrilato metílico fundido.*

disuelven completamente, e.g. algunos hidrocarburos aromáticos como el tolueno, simples ésteres tales como el acetato etílico, las ketonas inferiores como es la acetona, y cuerpos clorados como el cloroformo y el dicloruro de etileno. Estos disolventes se usan para la fabricación de adhesivos para cementar paneles. El metacrilato metílico mismo es uno de los mejores disolventes para su propio polímero. Durante el curso de la polimerización se efectúa un cambio continuo del límpido líquido monómero hasta un « jarabe », en que la viscosidad se acentúa gradualmente, y que es una solución de polímero en monómero hasta la solución sólida de monómero en polímero, y finalmente al polímero substancialmente libre de monómero. La mayoría de los compuestos orgánicos, fuera de los citados, dañan poco o nada al « Perspex ».

La investigación sobre la estructura de los polímeros metacrilatos metílicos se ve obstruída porque no forman cristales, inmovilizando de esta manera la poderosa arma que es el análisis por rayos X. Este comportamiento se asocia, sin duda, con la complejidad química de la unidad

FIGURA 3 – *Grupo de lentes y prismas plásticos, incluso un doublet acromático de metacrilato polimetílico y poliestireno.*

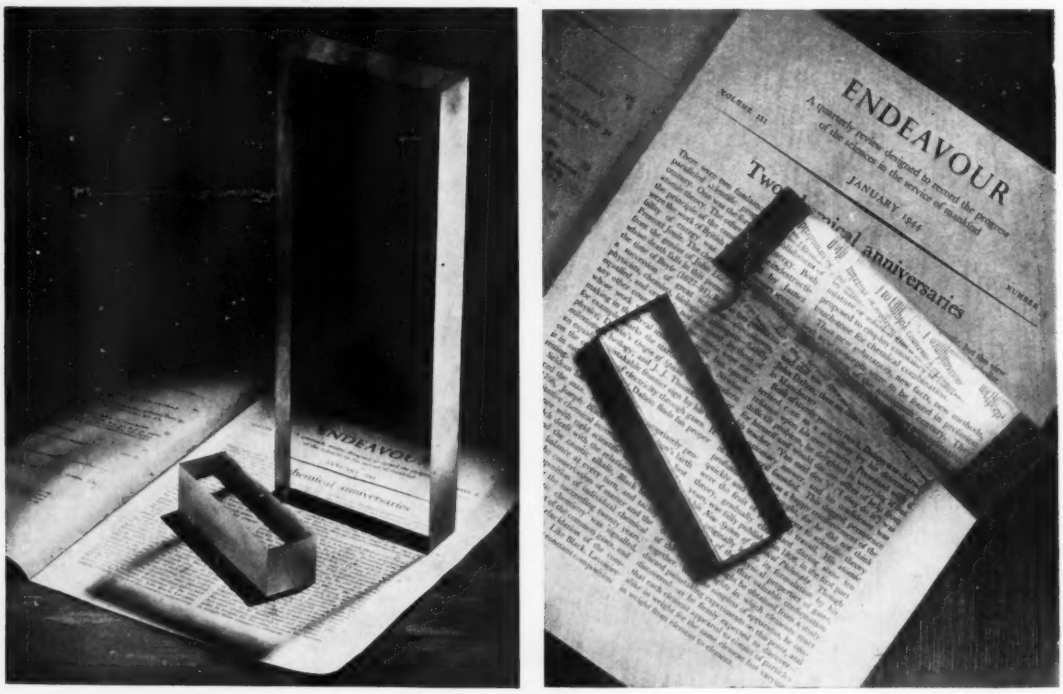


FIGURA 4 – *Fotografías que presentan la notable transparencia de « Perspex ». La fotografía a la izquierda da una vista lateral de bloques de « Perspex » de 2,5 cm y de 30 cm de altura que descansan sobre una página impresa. La fotografía de la derecha muestra la letra a través del espesor de los bloques de « Perspex ».*

monómera comparada por ej., con el etileno, el progenidor del tipo general $CH_2 = CR_1 R_2$ al que también pertenecen el metacrilato metílico, cloruro vinílico, estireno, etc. Aprendemos de estudios de solubilidad, que el metacrilato polimetílico está compuesto de cadenas polímeras lineales con una distribución bastante amplia del número de unidades monómeras por cadena alrededor del número medio. Aunque el eslabonamiento cruzado de las cadenas puede ser logrado por la co-polimerización con una pequeña cantidad de un monómero con dos enlaces etilénicos dobles — tales como glicol di-metacrilato — se cree que el polímero puro está substancialmente desprovisto de cadenas ramadas o de conexión cruzada. Por pirólisis a los 400° C se depolimeriza formando metacrilato metílico monómero con gran rendimiento, y pocos productos secundarios. La depolimerización del polímero plastificado da un producto crudo en menor rendimiento, porque contiene los productos de descomposición de los plastificadores.

Calentando el polímero a temperaturas algo más bajas, sometiéndolo mientras tanto a la fricción mecánica entre rollos calientes, da como resultado la disminución del término medio de longitud de las cadenas, deshaciendo las moléculas más largas. Un examen de « Perspex », antes y después de este tratamiento, por medio del ultracentrífugo, indica que la baja del término medio del peso molecular va acompañada por un estrechamiento de la distribución molecular. Esta deducción está sostenida por el hecho ya observado, de que el producto sometido al procedimiento térmico posee un campo ablandador más marcado que el polímero no tratado, — un hecho de importancia técnica en la producción de variedades para moldear por el procedimiento de inyección. Este ancho campo ablandador distingue al « Perspex » de los polímeros altamente cristalinos, tales como el politeno, nylón, y cloruro polivinílico, que tienen puntos de fusión bien definidos.

La ausencia de cualquier tendencia a la cristalización facilita la producción de un polímero en una forma ópticamente isotrópica, tal como « Transpex » 1. Haciendo atención a los detalles, es posible combinar tres propiedades deseables.

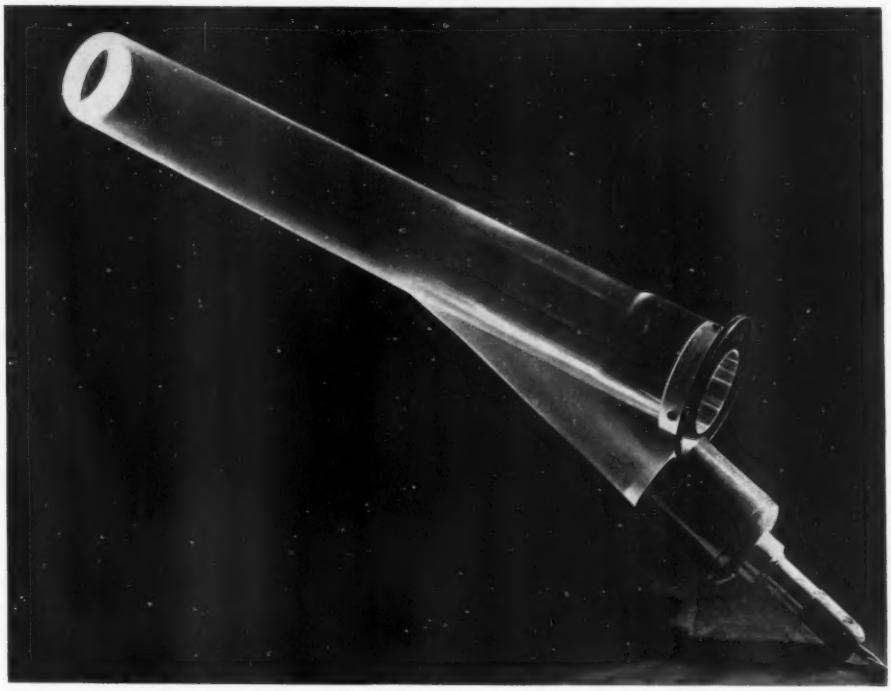


FIGURA 5 – *Fotografía de un espéculo vaginal bovino usado en trabajos veterinarios. Tiene un foco de luz en un extremo, y la luz va conducida a través de los paredes del tubo de « Perspex » hasta el otro extremo, permitiendo de esta manera una inspección interna (vaginoscopio bovino « Coldlite », patente británica* 551146).

Puede hacerse de manera que el material sea ópticamente homogéneo, altamente transparente, y de un índice de refracción constante de una lámina a otra. Es posible conseguir que la desviación de la homogeneidad óptica sea tan baja como, la de los más finos vidrios opticos inorgánicos, y aún menor. La transparencia a la luz blanca ordinaria es tal, que los ojos apenas pueden notar la diferencia al mirar a través de un espesor de 1 cm., o a través de 1 m. del material (*véase* la figura 4). Es posible mantener el índice de refracción constante hasta 0,0001 en toda una serie de láminas, resultado sobre el cual sería imposible contar si la materia prima no fuese un producto químico sintético puro. El « Perspex » no plastificado es transparente a la luz ultra-violeta hasta 2.900 A, y la variedad plastificada transmite hasta 3.000 A.

El uso de los plásticos ha sido limitado por el hecho de que eran considerados como substitutos, antes de la guerra, cuando reemplazaban a madera, metales y cerámicas, y durante la guerra, cuando se vieron llamados a suplir la falta de otros materiales. Aunque es cierto que el « Perspex »

FIGURA 6 – *Torreta Parnell hecha de « Perspex ».*

FIGURA 7 – *Fotografía interior del famoso tren « Flying Scotsman » que muestra el uso de paneles planos de « Perspex » que separan los respaldos de los asientos a lo largo del compartimento.*

FIGURA 8 – *Autocars con ventanillas laterales curvas hechas de « Perspex ».*

es transparente, es erróneo pensar que es un substituto para el vidrio. Ha hallado su más importante aplicación de guerra en aquellas estructuras secundarias del avión, a través de las cuales es necesario poder ver, tales como los techos moldeados para las carlingas, las torretas de las ametralladoras y las cúpulas para los observadores. (*Véase* la figura 6).

La mayor desventaja que presenta el « Perspex » como material transparente en láminas, es que, como muchos otros plásticos, no resiste el desgaste por el roce. Su perfecta claridad permite ver la más leve raya en alto relieve, si se mira desde el ángulo apropiado; aunque cuando va coloreado en masa, no se notan tanto. A medida que adelanta la experiencia en el manejo del material, se ha comprobado que las dificultades que podría causar esta propensidad, no son tan serias en el uso como se hubiera podido creer. Además, las rayas superficiales que pudieran acaecer durante el uso pueden ser eliminadas por el pulido. La rayadura de la superficie podría constituir un grave defecto en los componentes ópticos de plástico, puesto que en este caso no sería factible este último procedimiento. Felizmente se ha constatado que el cuidado usual que reciben los instrumentos de óptica, basta para protegerlos de daños serios.

Un defecto menos importante, que también poseen muchos otros plásticos, es el alto coeficiente de expansión, que es de 7 a 9 veces el del acero y de 10 a 12 veces el del vidrio. Aunque esto es enojoso, es posible descontarlo mediante el uso de abrazaderas convenientes al fijar las láminas componentes en los marcos.

Se ha aprovechado la alta transparencia del « Perspex » para contornear curvas y ángulos con « tuberías de luz », conduciendo la luz de un extremo a otro de una varilla o tubo, para dejarla emerger apenas menguada en intensidad. Las curvas, y la fuente de la luz, se arreglan de manera que la luz sea reflejada totalmente al interior, manteniéndose dentro de la varilla o tubo hasta llegar al punto deseado. Los dentistas emplean artefactos de esta clase para iluminar el interior de la boca y el cirujano también lo usa para dar luz « in situ » en operaciones quirúrgicas intrincadas. El método ha sido empleado con éxito en operaciones veterinarias; a ilustrado un ejemplo an la figura 8.

BIBLIOGRAFIA

[1] Patentes británicas 427810, 440967, 456533.

[2] Patentes británicas 427494, y 444257.

[3] CASPARY y TOLLENS. *Ann.*, 1873, **167**, 247–252.

[4] CHALMERS. Patente Canadiense 314116.

[5] FITTIG y PAUL. *Ann.*, 1877, 188, **54**, 55.

[6] FRANKLAND y DUPPA. *Ann.*, 1865, **136**, 12, 13.

[7] I.C.I. y HILL, R. Patente británica 395687. 17 de noviembre de 1931.

[8] I.C.I. y CRAWFORD, J. W. C. Patente británica. 405699, 12 de agosto de 1932.

[9] KAHLBAUM. *Ber.*, 1880, **13**, 2348–2351.

[10] RÖHM. *Ber.*, 1901, **34**, 573, 574.

[11] RÖHM y HAAS. Patente suiza 146563.

[12] STEELE-BODGER. *Vet. Rec.*, 1944, **56**, 34.

Revista de libros

UN CUADRO DEL UNIVERSO

The Universe Around Us, *por Sir James Jeans. Págs. x + 297 y 32 planchas. University Press, Cambridge. Cuarta Edición.* 1944. *Precio neto* 15*s.*

Tarea dificilísima es describir dentro de los límites de un libro de regular tamaño todo lo que la Astronomía puede decirnos acerca del Universo en que habitamos; con todo, Sir James Jeans consigue ofrecernos un relato equilibrado de los métodos y resultados de las investigaciones astronómicas modernas. El material es copioso, y así vemos que todo un capítulo va dedicado al estudio de la teoría atómica moderna, ya que su conocimiento es imprescindible para comprender los fenómenos que tienen lugar en el secreto interior de un astro, las fuentes de energía estelar y el proceso de evolución de una estrella. La física, la química y la biología aportan, en verdad, sus propias contribuciones para la interpretación de los resultados de las observaciones.

Los problemas cosmológicos y evolutivos, hacia cuya solución ha aportado el propio Sir James Jeans importantes contribuciones, reciben en la obra atención especial, aunque el autor sabe insistir con cautela en que el cuadro que nos presenta es sólo fragmentario, y en modo alguno final: « no describimos ya las convicciones maduras de un hombre, sino más bien las impresiones primeras de un niño recien nacido que acaba de abrir los ojos ».

Al llevar a la prensa la cuarta edición de la presente obra se ha añadido una relación de los principales progresos ocurridos en Astronomía en los diez años pasados desde la aparición de la tercera edición, habiéndose aprovechado además la ocasión para revisar enteramente la obra, que ha quedado casi renovada por completo.

El libro, escrito en el estilo claro y fácil de frase propio de Sir James Jeans, va enriquecido con multitud de ilustraciones y analogías que ayudan a comprender la importancia de ciertos puntos esenciales. Como cuando se nos dice, por ejemplo, que « cada vez que un bebé tira un juguete desde la cuna perturba las mociones de todas las estrellas del Universo ».

Las planchas, numerosas y bien seleccionadas, y el texto, impreso con la perfección a que nos tiene acostumbrados la Cambridge University Press nos permiten recomendar con plena confianza el volumen como una de las mejores exposiciones de la materia, en lenguaje simple y preciso, que habrá de aparecer todavía en numerosas ediciones.

H. SPENCER JONES

LA CIENCIA Y LA CIVILISACION

The Impact and Value of Science, *por D. W. Hill, D.Sc. Págs.* 88. *Huchinson's Scientific and Technical Publications, Londres.* 1944. *Precio neto:* 7*s.* 6*d.*

Tienden los libros que tratan del presente tema a asemejarse en demasía; mas algunas de las opiniones expresadas por el Dr Hill ofrecen muestras evidentes de originalidad, como las que a continuación copiamos:

« Los escritores científicos se esfuerzan con exceso para mostrarnos verdades, lo que les hace aburridos ».

« La pasión de la Ciencia por la exactitud está convirtiéndola en una actividad matemática divorciada, en apariencia, de la Realidad ».

Y podemos leer en el capítulo sobre « La ciencia y la política »: « Podemos, a todas luces, pensar que un gobierno de sabios sería probablemente un gobierno altamente democrático. ¿Quiere esto decir que debamos defender el establecimiento de un « régimen científico »? ¿Y porque no?»

Propone el autor que los estudiantes que se especializan para ser profesores en Institutos de segunda enseñanza, no debieran realizar estudios especializados en las diferentes Facultades, según el régimen actual, sino seguir un curso de cuatro años en una Facultad de Pedagogía. Mas el inconveniente de tal sistema pudiera hallarse en el hecho de que se dé mayor importancia a la técnica de la exposición que al contenido de la misma — peligro semejante al que resultaría de enseñarles a los médicos a producir confianza en los enfermos y no a curarlos—; siendo además dudoso que el Dr Hill nos ofrezca el mejor método para obtener un resultado que él mismo considera altamente deseable: la inculcación en el profesor de ciencias de hábitos mentales científicos.

La enumeración de los triunfos de la Ciencia en el campo industrial es, aunque breve, excelente, ofreciendo el libro todo interesante materia de lectura.

E. T. WHITTAKER

TEORIA Y TRAZADO DE LOS FILTROS DE ONDAS

Wave-filters, *por L. C. Jackson. Págs. vii* + 107. *Methuen & Company Ltd., Londres.* 1944. *Precio neto* 4*s.* 6*d.*

Los filtros de ondas, o sistemas de redes eléctricas que permiten el paso de corrientes cuyas frecuencias varían dentro de ciertos límites, suprimiendo o atenuando las de cualquier otra frecuencia, son dispositivo esencial de casi todo nuevo sistema de telecomunicación. Para obtener información en materia tan importante, el estudiante de Física o de Radio ha tenido que buscarlo hasta el presente en determinados capítulos de obras extensas y especializadas sobre Electricidad, Radio o Ingeniería de Telecomunicación, sólo para acabar hallando — tras larga búsqueda — que las noticias allí contenidas eran desmasiado elementales y condensadas para que pudieran serle de utilidad, y en muchos casos sólo una compilación de trazados, fórmulas y diagramas.

La presente monografía, valiosa adición a una serie importante y bien acreditada, ha de ayudar a resolver gran número de tales dificultades. En ella se suministra un resumen claro y conciso de los filtros de ondas eléctricas de diferentes tipos, acompañado de una explicación de las teorías sobre las que se basa su funcionamiento, suficiente para permitir al lector hacer uso de las múltiples y detalladas fórmulas empleadas en su producción, y preparándole al mismo tiempo para afrontar los trabajos de mayor envergadura que describen en más detalle y con mayor precisión todos los detalles técnicos y sus aplicaciones prácticas. Acompaña además a la obra una Bibliografía de los trabajos más importantes y mejores libros publicados, que servirá de útil guía para lecturas posteriores. Aparece descrita brevemente la aplicación de la teoría de los filtros de ondas a ciertos sistemas oscilatorios y acústicos, ejemplo éste interesante de la interacción de los progresos de las diversas ramas de la Física.

64 figuras bien preparadas, en su mayoría trazados de circuítos y líneas gráficas, acompañan al texto que lleva además un índice adecuado.

W. JEVONS

PRINCIPIOS DE QUIMICA ORGANICA

Principles of Organic Chemistry, *por Sylvanus J. Smith. Págs. viii* + 569. *Macmillan & Company Ltd., Londres.* 1944. *Precio neto* 15*s.*

Es el presente libro un curso de tres años que comienza con el estudio de las fórmulas moleculares, propiedades físicas, valencia del carbono y sus clasificaciones, isomerismo y estereoisomerismo, pasando luego revista sistemática a los compuestos alifáticos, aromáticos, heterocíclicos y homocíclicos, que ocupan la mayor parte de la obra; sin embargo, parécenos que en la enseñanza práctica ha de ser casi imposible tratar de algunos de los conceptos iniciales sin haber estudiado antes algún compuesto orgánico. El libro comienza, de manera desusada, sin definición de lo que sea la Qúimica Orgánica. En forma quizás algo rígida estudia el autor las modernas teorías sobre la valencia y la reactividad, presentando competentemente los datos y hechos que tienen relación con el problema; pero hemos de mencionar que se halla ausente todo el estudio histórico del mismo, y que faltan también por lo general referencias a los aspectos industrial, económico y bioquímico de la cuestión. Se incluyen, sin embargo, numerosas figuras y diagramas, y el texto y las fórmulas aparecen bien impresas.

JOHN READ

ANALISIS DEL AGUA

The Chemical Analysis of Waters, Boiler- and Feed-waters, Sewage, and Effluents, *por Denis Dickinson, M.Sc., F.I.C. Págs. xii* + 140. *Blackie & Son Ltd., Londres.* 1944. *Precio neto* 6*s.*

Se describen en el presente librito las determinaciones más importantes en el análisis químico de las aguas, sistemas de alcantarillado y aguas madres, faltando en él sin embargo indicaciones para interpretar los resultados obtenidos. Se han elegido para ello los métodos más seguros, formando en conjunto una obra moderna y de gran utilidad para los laboratorios donde se hayan de realizar tales trabajos de análisis de las aguas y albañajes. Con todo, en la preparación de una nueva edición, el autor deberá tener en cuenta las modificaciones del método de Hatfield para la determinación del aluminio descritas en la revista *The Analyst*, 1943, 68; y pudiera también quizás incluirse un método de sensitividad — tal como el de Denigès, aunque modificado — para la determinación de los fosfatos en las aguas potables, y también otro método para la detección de sustancias fenoloides.

E. V. SUCKLING

HONGOS COMESTIBLES Y VENENOSOS

Edible Fungi, *por John Ramsbottom. Págs. ii* + 35, *con* 16 *ilustraciones en color. Penguin Books Ltd., Harmondsworth y Nulva York.* 1943. *Precio neto* 2*s.*

En ocasión bien oportuna aparece este lindo volumen, ya que debido a las condiciones creadas por la guerra se han hecho repetidos esfuerzos para popularizar la consumición de hongos silvestres y dar así variedad a un régimen alimenticio que adolece de cierta monotonía. A diferencia de otros países europeos sólo se consumían setas en la Gran Bretaña antes de la guerra, pero gracias a los esfuerzos del autor de la presente obra, por medio de conferencias o de exposiciones en el Museo de Historia Natural de Londres, se ha llegado a popularizar el conocimiento de la edibilidad de otras clases de hongos, que no tienen nada que cederles en delicadeza de sabor a las setas mismas. Describe el Dr Ramsbottom en esta publicación de los «King Penguin» veintiseis especies comunes comestibles en detalle, ilustrándolas con iluminaciones a todo color por Rosa Ellenby, tan excelentes que no cabe posibilidad de error en la identificación. Es, sin embargo, imprescindible una determinación correcta, ya que ciertos hongos son perjudiciales, aunque muy pocas variedades sean realmente venenosas. Se añaden también recetas para preparar suculentos platos; el inconveniente único es la escasez de mantequilla

F. T. BROOKS

LOS FUNDAMENTOS DE LA GEOLOGIA Y SUS APLICACIONES

Geology in the Service of Man, *por W. G. Fearnsides y O. M. B. Bulman. Págs.* 158 *y* 8 *planchas. Penguin Books Ltd., Harmondsworth y Nueva York.* 1944. *Precio neto* 9*s.*

Parece indicar el título de la presente obra que ésta sólo trata de las aplicaciones de la Geología, mas han adoptado los autores una más amplia interpretación, siendo la parte primera del volumen una introducción general a los fundamentos de la Geología. Se contienen en dicha parte, capítulos que tratan de la corteza terrestre, la formación de los continentes, la evolución de la faz terrestre, un resumen de la historia geológica de la Gran Bretaña, y la construcción de mapas geológicos. Para encerrar todos estos temas en un total de unas veinticinco mil palabras ha habido que condensar necesariamente el material, y como resultado muchas partes serán de pesada lectura, en particular para quienes tengan escasos conocimientos de física y química.

La parte segunda del volumen contiene secciones acerca del abasto de agua, clases de suelos, petróleo y otros minerales necesarios para las industrias pesadas, ingeniería geológica, depósitos de metales sin hierro, y piedras preciosas. Por necesidad tales capítulos han de ser cortos, pero sirven sin embargo para dar una idea clara de la importancia que revisten las investigaciones geológicas en relación con ciertos problemas, siendo de esperar que la presente publicación servirá para inculcar entre los trabajadores científicos la idea de la utilidad de los estudios geológicos. Se incluyen en el volumen numerosas ilustraciones y ocho planchas, acompañando también al texto una lista de libros sobre temas geológicos, y un indice de gran utilidad.

A. E. TRUEMAN

EL ACABADO DEL METAL POR MEDIO DE LA RADIACION DE CALOR

The Application of Radiant Heat to Metal Finishing, *por J. H. Nelson y R. Silman. Págs. vi* + 79, *con* 37 *figuras. Chapman & Hall Ltd., Londres.* 1944. *Precio neto* 8*s.* 6*d.*

Los autores, al escribir el volumen, han supuesto acertadamente que ciertos conocimientos de los principios físicos sobre los que se basa el procedimiento deben preceder a su utilización, y por dicha razón, los capítulos en que se desarrolla la teoría de la transferencia por medio del calor y la formulación de las pinturas, han de ser bien acogidos. Se describen los diversos modelos de instrumental en uso, pero señalan los autores con insistencia que al iniciar el nuevo método es preciso considerar cuidadosamente cuáles modelos han de servir mejor para cada trabajo concreto.

A. J. PHILPOT